

**INFRAESTRUCTURA  
CRÍTICA PARA  
EL DESARROLLO**

**2018 • 2027**



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION



La Cámara Chilena de la Construcción, consciente de la importancia que la infraestructura pública tiene en el desarrollo económico y social del país, pretende con este informe contribuir al diseño y evaluación de políticas públicas en áreas de infraestructura claves. Así, esta nueva edición sigue el camino de mejora continua iniciado en 2002, ampliando el análisis, haciendo un seguimiento de los progresos realizados y contando de nuevo con la colaboración de especialistas externos, para ofrecer una cuantificación detallada de los requerimientos en 13 sectores en un horizonte temporal de diez años.

.....  
Para la elaboración de este informe se contó con los valiosos aportes de los siguientes expertos y consultorías:

**Allard Partners / G&A Consultores /  
GesGroup Consultores / Quiz Consultores /  
System Consultores / Luis Jorquera /  
Marcos Miranda / Fernando Peralta**

.....  
Equipo de profesionales de la Gerencia de Estudios:

**Javier Hurtado**, Gerente de Estudios CChC.  
**José María de Ávila**, Analista de Estudios.  
**Pablo Easton**, Analista de Estudios.

# Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027

Bases para un Chile Sostenible

# Índice de contenidos

6 Carta del presidente CchC

8 Introducción

## Infraestructura basal

22 Recursos Hídricos

92 Energía

Recuadro: Redes de Distribución en Santiago.

136 Telecomunicaciones

Recuadro: El Internet de las Cosas.

## Infraestructura de uso productivo

180 Vialidad Interurbana

212 Vialidad Urbana

Recuadro: Modos no motorizados.

Recuadro: El Acuerdo de París.

254 Aeropuertos

300 Puertos

340 Ferrocarriles

380 Logística

## Infraestructura de uso social

426 Espacios Públicos

466 Hospitales

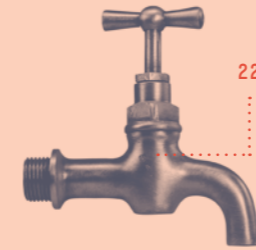
Recuadro: Programa de Salud Mental.

508 Cárceles

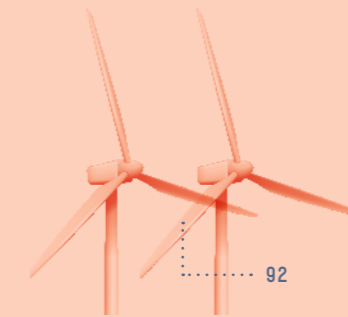
562 Educación

Recuadro: Diagnóstico de necesidades de infraestructura del Servicio Nacional de Menores.

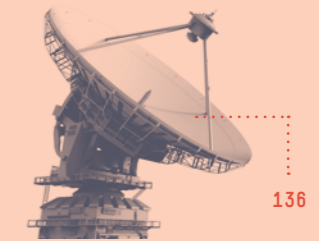
614 Resiliencia



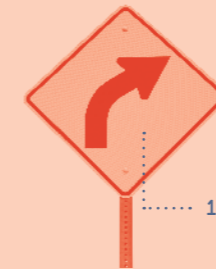
22



92



136



180



212



254



300



340



380



426



466



508



562



614



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

De todas las inversiones que debe emprender una nación, hay algunas que cobran un carácter especialmente estratégico, pues son plataformas necesarias para su desarrollo. Tal es el caso de la inversión en infraestructura, ya que de la cantidad y calidad de estas obras depende de manera relevante el curso de nuestro desarrollo económico al proveer las condiciones para que los diferentes sectores productivos, consolidados y emergentes, puedan desplegarse.

Así como no hay industria exportadora sin una red logística que permita conectarse con los mercados globales de manera eficiente y competitiva, tampoco puede existir un sector industrial sostenible sin una matriz energética robusta y eficiente en materia de precios.

Del mismo modo, la infraestructura está directamente ligada con la calidad de vida y la "satisfacción subjetiva", que es como los expertos llaman al nivel de felicidad que reportan las personas. Y estas tienen que ver con los tiempos de desplazamiento en las ciudades, el acceso a espacios públicos o los estándares de las atenciones de salud, por nombrar algunos.

Hace ya casi tres décadas, Chile entendió muy bien que solo se aproximaría al desarrollo en la medida en que actualizara y ampliara rápidamente su infraestructura. Así ocurrió por 25 años, en los que una colaboración muy virtuosa entre el sector público y el privado permitió dotar al país de una columna vertebral que soportó su acelerado crecimiento.

El propósito del informe "Infraestructura Crítica para el Desarrollo" (ICD) es identificar los volúmenes de inversión que Chile requiere para continuar prosperando y establecer las brechas que deben ser cerradas respecto de aquellos países más avanzados y con los cuales deseamos compararnos.

En este sentido, es un esfuerzo de anticipación, porque sabemos que cualquier rezaño en el desarrollo de infraestructura impone un alto costo al desarrollo en general. Nos gusta pensar en este documento como un sistema de alerta temprana, que indica dónde y por qué es clave desplegar las inversiones que el país requiere.

¿Qué nos dice esta nueva versión del ICD? El principal mensaje es claro: en muchas de las 13 áreas que analiza hemos de recuperar con celeridad el ritmo de inversión si no queremos que se genere una problemática crítica en cuanto a la provisión de infraestructura.

Hay múltiples razones que explican esta necesidad: el aumento de discrecionalidad en la interpretación y aplicación de las normas, la imposición de nuevas regulaciones que ralentizan el avance de nuevos proyectos, el debilitamiento del marco institucional en áreas clave, como es el Sistema de Evaluación Ambiental, y las crecientes dificultades para encontrar convergencias con las comunidades donde las inversiones tienen lugar.

Pero hay otro aspecto que es especialmente preocupante: el debilitamiento, por razones eminentemente ideológicas, de la alianza público-privada en materia de concesiones, que permitió a Chile mejorar muy rápidamente en los estándares de sus carreteras, puertos y aeropuertos, hospitales y cárceles, entre otros sectores.

Y ello no es menor, dado que, por ejemplo, este informe muestra que más del 60% del total de la inversión en infraestructura para la próxima década requiere de la participación del sector privado. De hecho, 32% podría ser provista completa y directamente por el sector privado si se crean los incentivos y marcos institucionales correctos y otro 29% podría ser aportado bajo un régimen mixto (financiamiento público y privado).

Si ello ocurriera, la participación del sector privado permitiría liberar una cantidad muy significativa de recursos públicos para ser destinados a inversión social. Además, el desarrollo de una amplia y diversificada cartera de proyectos atraería nuevas inversiones al país. Inversiones que Chile requiere para retomar su ritmo de crecimiento.

Les invito a leer este informe y a comprender el desafío que tenemos por delante. Abordarlo es una de las claves para lograr un crecimiento inclusivo, que lleve los beneficios del desarrollo a todos los rincones del país.

**Sergio Torretti Costa**

Presidente  
Cámara Chilena de la Construcción



# Introducción

El informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027 es el resultado de un esfuerzo gremial permanente que apunta a contribuir en la discusión de políticas públicas en materia de infraestructura. De esta forma, se presenta un análisis detallado y sistemático de los requerimientos de inversión en 13 sectores clave para un desarrollo sostenible, agrupados en tres ejes estratégicos: infraestructura basal (recursos hídricos, energía y telecomunicaciones), infraestructura de apoyo logístico (vialidad interurbana, vialidad urbana, aeropuertos, puertos, ferrocarriles y logística), e infraestructura de uso social (espacios públicos, hospitales, cárceles y educación).

Al igual que en la edición anterior del informe, en esta oportunidad se contó con los aportes de reconocidos profesionales externos, especialistas en los ámbitos a abordar. De esta manera, se hicieron esfuerzos por incorporar elementos de innovación en las estimaciones presentadas, particularmente para efectos de obtener la mayor desagregación posible, profundizando y mejorando el marco metodológico utilizado en el informe anterior cuando fuese posible. Por otro lado, destaca la inclusión de un primer ejercicio de seguimiento de las inversiones, en cuanto a que se incluyeron estimaciones –cuando fuese posible– del avance de la brecha estimada en la anterior versión del informe (2016-2025). Esto da una primera señal para, además de identificar las inversiones en un momento del tiempo, realizar un seguimiento del ritmo al cual se estarían materializando.

Adicionalmente, al revisar la estructura del informe en el contexto actual del país, se ha incorporado en esta oportunidad un capítulo especial dedicado a necesidades en materia logística, considerada como aquella infraestructura necesaria para hacer más eficiente la cadena de valor del transporte de carga.

El objetivo de las inversiones asociadas a **recursos hídricos** es disponer de obras de infraestructura que permitan el abastecimiento progresivo de las demandas de todo tipo, ya sea tanto para servicio de agua potable, como para usos medioambientales, ecológicos y productivos.

Desde la perspectiva de la oferta, el panorama es muy alentador para el futuro del país. En este sentido, se ha incluido la inversión para el empleo de las aguas subterráneas, cuya materialización debe comenzar por las cuencas de mayor déficit estival y en sequía. Desagregando la tipología de inversiones por zona geográfica, las regiones XV a III y parcialmente la IV deben recurrir a inversiones de aumento de eficiencia en el uso, el re uso de las aguas servidas tratadas y al uso de agua de mar cruda o desalada. Eventualmente, los esfuerzos deben ir enfocados al empleo controlado de las reservas de agua subterránea que son muy abundantes en especial en las I y II regiones. Desde la IV hasta la Metropolitana, las inversiones deben ser en embalses superficiales y empleo de los embalses subterráneos. Lo mismo sucede con las regiones VII, VIII y IX, que, en paralelo con la construcción de los embalses superficiales, deben usar los embalses subterráneos como elemento de regulación.

A nivel general los requerimientos de inversión hacia 2027 ascienden a **us\$18.254 millones**. De esta manera, resulta indispensable y urgente la instalación de sistemas de medición de caudales en ríos, aguas que escurren de la cordillera al mar, así como de los caudales aprovechados en la red de canales y pozos. Lo anterior, mediante sistemas de telemetría y telecomando, con el objetivo de mejorar la información disponible sobre la oferta hídrica real en nuestro país. Por otro lado, un plan hídrico nacional y una nueva institucionalidad en materia de aguas son necesarias acometerlas, pero eso no impide empezar de inmediato las inversiones empleando los actuales medios legales, administrativos y financieros.

En relación a **energía**, durante los últimos años el sector ha desarrollado un importante número de iniciativas de inversión, especialmente en los niveles de generación y transmisión, impulsado por los últimos cambios regulatorios y procesos licitatorios para el suministro de clientes regulados.

Si bien para los próximos años se espera un aumento en las tasas de crecimiento del PIB, fuertemente ligada a la demanda eléctrica, la actual capacidad instalada y los proyectos planeados para ser construidos en el período harán que no sea necesario el desarrollo de nuevas obras adicionales relevantes en los segmentos de generación y transmisión. Por el contrario, en el segmento de distribución, la necesidad de mejorar la seguridad y continuidad del servicio para los clientes en las áreas de concesión, así como

el aumento de la demanda regulada, hará necesario el desarrollo de nuevas inversiones.

Para los próximos 10 años, así, se estima que será necesaria la inversión de **us\$8.959 millones**, donde us\$5.228 millones corresponderán a obras de generación (relativos en su mayoría a proyectos adjudicados en la licitación 2015/01), us\$ 1.793 millones a transmisión y us\$1.938 millones a distribución. Excepto en el caso del segmento generación, estos montos se han incrementado con respecto a los calculados en la anterior versión del ICD.

Con respecto a la infraestructura de **telecomunicaciones**, su papel como impulsor del PIB y las mayores demandas de tráfico de datos previstas a futuro, hacen que su desarrollo cobre gran importancia. Si bien Chile presenta valores altos de penetración de internet fija y móvil en el contexto regional, estos se encuentran aun significativamente rezagados con los del promedio de los países de la OCDE, lo que puede derivar en pérdidas de competitividad.

La cuantificación de los requerimientos considera la inversión necesaria para que Chile alcance las cifras de acceso óptimas, definidas como el promedio en países OCDE en el caso de los accesos de banda ancha móvil y fija, y un *benchmark* basado en opiniones expertas en el caso de los troncales de fibra óptica. Así, en el caso de las redes fijas, se considera la evolución tecnológica de la red existente a fibra óptica y la mejora de nodos y acceso de última milla, así como la ampliación de la red a localidades que actualmente no cuentan con cobertura; en el caso de las

redes móviles, la mejora de las redes actuales a 4G y 5G y el aumento de la cobertura, como la ampliación de servicios de datos a usuarios que actualmente no disponen de ellos; mientras, en el caso de la red troncal se centra en la mejora de la red de fibra óptica troncal y de distribución ramal.

Así, los requerimientos estimados para el período 2018-2027 se sitúan alrededor de los **us\$25.000 millones**, los que en su mayoría corresponden a la mejora del acceso de banda ancha móvil y fijo. Si se considera la disposición a invertir de los principales actores del mercado, inferior a las necesidades, en el período relevante el déficit de infraestructura será de un 36% de lo requerido. Así, para cubrir este déficit, es importante, entre otras cosas, el desarrollo de una regulación que favorezca la inversión del sector privado o la necesidad de contar con estímulos públicos para el desarrollo de la infraestructura en sectores de menor densidad poblacional.

En materia de **vialidad interurbana**, está clara la importancia de este sector en la totalidad de la infraestructura nacional. La configuración geográfica del país y la escasez de alternativas en una cantidad importante de tramos, hace que las carreteras y caminos interiores tomen un rol principal en las redes de transporte de personas y mercaderías.

De esta manera, se hizo un análisis detallado de todos los proyectos viales, tanto concesionados como no concesionados, que poseen como objetivo mejoras en conectividad en diferentes regiones. Así, se analizaron los perfiles de demanda, proyectando la carga

de tráfico para determinar la fecha en la cual se requeriría contar con mayor capacidad de la actual. Utilizando el criterio de la hora 30<sup>1</sup> para proyectar la demanda, se hace factible anticipar con holgura adecuada, la fecha en la que se necesitará capacidad adicional.

Con todo, el total de las inversiones para el período 2018-2027 asciende a **us\$20.343 millones**. Para lo anterior, resulta indispensable la elaboración de un plan maestro de infraestructura vial, y su formalización como herramienta guía para avanzar en la infraestructura regional. En concreto, los principales desafíos incluyen desarrollo tecnológico, actualizaciones en los contratos de concesión, y especialmente, métodos formales que permitan controlar avances y anticipar oportunamente las necesidades de inversión.

Resulta clave determinar las necesidades de inversión en las ciudades, identificadas en este informe bajo el concepto de **vialidad urbana**. Esto, en cuanto a la importancia creciente de las ciudades y en particular del espacio público compartido, factores que han transformado este ámbito en protagonista de la calidad de vida de la población de aquí a los próximos 30 años.

La definición de necesidades consideró un análisis del comportamiento de la demanda, identificando para cada capital regional las vías sometidas a alta carga, cuya infraestructura actual requiere cambios de capacidad. Para esto, se revisó la cartera de proyectos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y se complementó el listado con iniciativas previstas en otras fuentes públicas.

1. Corresponde a la hora que se sitúa en el lugar 30 cuando se ordenan de mayor a menor las horas con más carga en el año.

Dado el nivel de detalle obtenido para una cantidad de ciudades superior a versiones anteriores de este informe, es que las necesidades de inversión identificadas corresponden a **us\$60.776 millones**, casi 35% del total estimado a nivel agregado. Esto requiere activar inversiones a mayor velocidad que la actualmente observada, revisando los procedimientos de ejecución de los proyectos para corregir dos distorsiones principales: la velocidad con que se implementan los pasos previos a la ejecución (estudios, permisos) y las formas de construcción a través de nuevos modelos de negocios o mecanismos de participación privada como complemento a la tarea pública.

Por su parte, la infraestructura **aeroportuaria** ha visto marcado su desarrollo en los últimos años por el acelerado crecimiento de la demanda de viajes aéreos, tanto internos como externos, resultante del mayor dinamismo de las ciudades, una mayor competencia entre aerolíneas y el aumento del valor del tiempo. Así, el aumento del número de pasajeros ha sido sostenido durante la década 2006-2016, donde la mayor parte de los terminales nacionales han visto duplicada, o incluso triplicada, la cantidad de pasajeros.

A la hora de determinar las necesidades de inversión, se han considerado las capacidades de cada terminal y las demandas de uso de los mismos a futuro, definiendo los años en los que se gatillará la necesidad de ampliar la infraestructura y la magnitud de las mismas. Los resultados muestran que cuatro terminales nacionales han superado ya su capacidad, mientras que otros tres se encuentran al bor-

de de hacerlo. De todos ellos, tan solo en uno existen actualmente un plan de ampliación.

De acuerdo a lo estimado, el cierre del actual déficit en la materia supondrá la inversión de **us\$1.659 millones**. Para esto, será fundamental anticipar las necesidades de inversión con un plazo suficiente, minimizando así el impacto en servicios que los usuarios de los terminales sufran por este motivo. Asimismo, este desarrollo en los terminales debe ir acompañado de mejoras en las infraestructuras de acceso a los mismos.

En lo relativo a la infraestructura **portuaria**, los extensos plazos de ejecución, su relevancia para la mejora de la competitividad y productividad del país, y su estrecha relación con la eficiencia logística hacen necesario que se afronten con la mayor prontitud los desafíos que enfrenta.

En el caso de Chile, los mayores desafíos se encuadran en la necesidad de fortalecer el marco institucional para mejorar la eficiencia de las cadenas de carga y de la gestión de operaciones, y en determinar las demandas de capacidad de la red portuaria, en particular en los puertos de la macrozona central. Con respecto a esto último, recientemente el Gobierno anunció la decisión de desarrollar el Puerto de Gran Escala en San Antonio.

En lo relativo a las demandas de capacidad a futuro, si bien estas se han visto afectadas por la menor actividad económica de los últimos años, generando cierta holgura para contar con nueva infraestructura de operación, las necesidades de aumento de capacidad continúan en cifras similares a las

estimadas en la anterior edición del ICD. La actual cartera de proyectos de las empresas portuarias, que supone una inversión aproximada de **us\$2.850 millones**, permitirá cubrir la capacidad que cada terminal requiere a futuro, por lo que cumplir con su cronograma de ejecución de presenta como crucial. Asimismo, serán necesarios **us\$2.400 millones** de inversión adicional correspondientes al Puerto de Gran Escala, que, dada sus dimensiones e importancia para el país, supone un proyecto prioritario.

Considerando el desarrollo de los **ferrocarriles** como una alternativa cada vez mejor en materia de transporte de carga y/o pasajeros, en lo más reciente el primero se ha ralentizado, en línea con la desaceleración económica experimentada en el país, mientras que el segundo se ha enfocado principalmente en trenes de cercanía.

En cuanto a las necesidades de inversión para el horizonte temporal determinado, se analizan proyectos de inversión en ferrocarriles, con foco en las iniciativas que promueve la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE). Así, no se estima una brecha, sino que se anticipan las inversiones asociadas al desarrollo previsto. Al tratarse de la única entidad que puede ofrecer el servicio, se puede asumir que promueve proyectos para resolver necesidades futuras previamente dimensionadas.

Así, las inversiones proyectadas para proyectos ferroviarios de pasajeros y carga alcanzan **us\$4.893 millones** hacia 2027, y poco más de us\$5.500 millones considerando un horizonte temporal superior al decenio

bajo análisis. Dada la magnitud de las inversiones y la complejidad de su implementación, es indispensable contar con una estrategia de desarrollo clara. Una alternativa es actualizar el Plan Maestro elaborado en 2013 (para el período 2014-2020) como medida en el corto plazo. En cuanto a aspectos institucionales, se refuerza la recomendación sobre la necesidad de que EFE tenga fiscalización externa sobre el cumplimiento de la normativa de seguridad y operaciones.

Como se mencionó anteriormente, destaca la incorporación de un nuevo capítulo en esta versión del informe, el cual aborda el concepto de **logística** como un sector aparte. Este capítulo se enfoca en las necesidades asociadas al mejoramiento de la eficiencia en el tratamiento de carga y las transiciones entre medios de transporte, siguiendo la cadena de valor completa de las mercancías, desde el origen hasta el destino de la misma.

Las inversiones proyectadas, que son propias de este sector, se refieren principalmente a corredores bioceánicos y pasos fronterizos. La revisión del caso de corredores bioceánicos permite concluir que el potencial de captura de carga internacional es limitado y no debería ser parte de la demanda proyectada en los puertos a menos que exista evidencia sólida para ello.

Por lo tanto, la inversión estimada incorpora 7 proyectos de infraestructura de conectividad durante el período 2018-2027, que asciende a **us\$1.785 millones**. Entre las principales recomendaciones se encuentran la necesidad de planificación integrada,

la revisión de costos y grado de formalidad asociados a los servicios de apoyo en la actualidad, la digitalización de procesos como prioridad para alcanzar eficiencia y especialmente, la necesidad de materializar las propuestas de numerosos organismos que ha publicado documentos de diagnóstico y comparten los objetivos básicos.

La relevancia de considerar el **espacio público** como un elemento crítico de la infraestructura urbana radica, en parte, a que en las últimas cuatro décadas los chilenos hemos logrado niveles de prosperidad que permiten dejar atrás las necesidades de primer orden. En este contexto, las demandas de los nuevos ciudadanos chilenos ya no son por acceso, cantidad o cobertura de bienes y servicios básicos; más bien apuntan a mejorar la calidad de vida, educación, salud, esparcimiento, cultura y bienes públicos.

La segunda versión del capítulo asociado a este tipo de requerimiento pone énfasis en medir el déficit de espacios públicos, entrando en detalle en aquellos de provisión a nivel local para nueve ciudades, a partir de una propuesta metodológica que revise las definiciones y supuestos asociados a la versión previa.

El principal resultado de este estudio es que, a partir de un estándar del actual promedio nacional (4,2 m<sup>2</sup>/persona), se estima un déficit de espacios públicos de 8.827.484 m<sup>2</sup> que equivale a **us\$640 millones**. De esta manera, existe un desafío de generar cierto consenso sobre los estándares mínimos de espacios públicos para Chile. Hay aspectos todavía poco estudiados y que debieran ser

incluidos en estudios futuros, como la fragmentación, la distribución espacial, dispersión y calidad de estos.

El envejecimiento de la población y la persistencia en el perfil epidemiológico de la población son determinantes en la provisión de **infraestructura hospitalaria** de calidad y de manera oportuna. En este sentido, las primeras causas de muerte de la población siguen siendo las mismas que ha mostrado el país en las últimas dos décadas, pero con un acercamiento de las patologías oncológicas. Estas pasarán a ser, hacia el inicio de la próxima década, la primera causa de muerte en el país. Lo anterior presionará las necesidades en materia de inversiones, debido a la necesidad de adecuar la oferta a prestaciones de alta complejidad y apoyo tecnológico.

Respecto a los proyectos considerados para la cuantificación de las brechas de inversión, existe un aumento considerable en los costos y tamaños respecto de lo considerado hace dos años atrás, lo cual ha impactado de manera significativa los montos totales. De esta manera, se consideran los avances de los 60 proyectos declarados por el Ministerio de Salud (Minsal) hacia fines de 2015, más un conjunto de 14 proyectos denominados extra plan.

Lo anterior se resume en un total a invertir de **us\$10.448 millones** en el decenio 2018-2027. De acuerdo con el cronograma de implementación, se evidencia que las actividades de inversión –en promedio– traspasan los períodos de las administraciones de gobiernos, razón por la cual los equipos



profesionales del sector público involucrados deberían ser independientes a los cambios de administración, condición que daría continuidad a criterios técnicos, prioridades y modalidades de implementación. Por otro lado, la magnitud de la cartera no licitada, amerita analizar otras opciones para materializar los proyectos como podría vía concesiones, esquema que suavizaría los flujos de desembolsos fiscales, simplificaría algunos procesos versus la opción de ejecución institucional, reduciría el tamaño de las contrapartes sectoriales para el seguimiento de la ejecución de proyectos y podría adelantar algunos proyectos en el cronograma de ejecución 2018-2027.

Por su parte, la infraestructura **penitenciaria** cuenta hoy en día con 84 establecimientos cerrados, que suman alrededor de 40.000 plazas y tienen una ocupación promedio de 106,6%. Del total de establecimientos disponibles, casi el 50% corresponde a recintos concesionados, proporción similar si se considera la oferta de plazas disponibles.

En el presente informe, teniendo en cuenta que la demanda de servicios penitenciarios es multidimensional, se ha estudiado la brecha desde tres perspectivas que la afectan en el corto y medio plazo: la diferencia entre el número de plazas disponibles y la ocupación (o sobreuso de los recintos), considerando el aumento de la población y por obsolescencia de la infraestructura.

Los resultados muestran una inversión necesaria de **us\$975 millones** para el decenio 2018-2027, principalmente enfocada en

la renovación de la infraestructura obsoleta (508 millones). Para llevar a cabo estas inversiones, se requerirá, entre otras cosas, el diseño de un plan de inversiones enfocado en la eficiencia operacional que establezca tamaños mínimos de los recintos e introduzca nuevos estándares de habitabilidad que reduzcan la situación de hacinamiento. De igual forma, es necesario que en regiones con un alto déficit (como es el caso de la Metropolitana, Valparaíso y Biobío) se inicie lo antes posible la búsqueda de terrenos para instalarlos en nuevos recintos.

En materia de **educación**, los cambios normativos desarrollados en los últimos años (la Ley de Inclusión Escolar y la de creación del Sistema de Educación Pública) y cuya implementación está comenzando, añaden una alta cuota de incertidumbre sobre los efectos que podrían tener sobre los requerimientos actuales del sistema en materia de infraestructura. No obstante, todavía se demanda una importante inversión en lo relativo al aumento de los estándares aplicados a las aulas y al resto de espacios educativos, que permita que estos se aproximen a los de sistemas educativos modernos (OCDE).

Asimismo, desde lo estimado en el anterior informe, se constata que los progresos realizados han sido, si bien constantes, discretos. De esta forma, existe aún la necesidad de construir unos 9 millones de m<sup>2</sup>, equivalentes a uno **us\$15.693 millones**, para alcanzar los parámetros adecuados en la infraestructura, especialmente en lo relativo a estándares de superficie de las aulas y

en la construcción de espacios educativos complementarios, como bibliotecas, talleres, salas de informática o laboratorios.

A nivel agregado, se resumen las necesidades de inversión cuantificadas para el decenio 2018-2027 en la tabla a continuación.

Como ejercicio adicional, se ha estimado el avance por cada sector para la brecha estimada en el informe anterior (2016-2025), la cual asciende a cerca de 8% del total de las inversiones identificadas en aquella oportunidad, como se ve en la siguiente tabla:

SECTOR	ICD (US\$ MILLONES)			
	2016-2025		2018-2022	2018-2027
	INVERSIÓN ESTIMADA	AVANCE 2016-2017		
Recursos Hídricos	12.540	1.250	9.127	18.254
Energía	11.566	1.503	6.619	8.959
Telecomunicaciones	26.346	2.459	12.317	24.838
Vialidad Interurbana	20.198	1.202	10.722	20.343
Vialidad Urbana	54.020	2.283	39.348	60.776
Aeropuertos	1.729	255	1.177	1.659
Puertos	4.390	1.300	989	5.242
Ferrocarriles	4.036	769	1.309	4.893
Logística	-	-	624	1.785
Espacios Públicos	859	-	320	640
Salud	4.650	851	4.789	10.448
Cárceles	698	59	877	975
Educación	10.385	321	2.249	15.693
<b>TOTAL</b>	<b>151.417</b>	<b>12.252</b>	<b>90.467</b>	<b>174.505</b>

Fuente: CChC.

Finalmente, resulta de interés desagregar las necesidades futuras de inversión acorde con sus potenciales fuentes de financiamiento y localización geográfica.

En relación a lo primero, la siguiente tabla resume las respectivas líneas de inversión por sector y origen de los recursos necesarios:

#### ICD 2018-2027: Resumen por fuente de financiamiento

SECTOR	INVERSIÓN (US\$ MILLONES)		PARTICIPACIÓN %
	2018-2027		
<b>Público</b>	<b>67.789</b>		<b>39%</b>
Recursos Hídricos <sup>1</sup>	6.340		4%
Vialidad Interurbana <sup>2</sup>	12.646		7%
Aeropuertos <sup>3</sup>	640		0,4%
Vialidad Urbana	47.523		27%
Espacios Públicos	640		0,4%
<b>Mixto</b>	<b>51.004</b>		<b>29%</b>
Recursos Hídricos	5.984		3%
Vialidad Interurbana	7.697		4%
Vialidad Urbana	7.403		4%
Aeropuertos	1.019		1%
Logística	1.785		1%
Educación	15.693		9%
Hospitales	10.448		6%
Cárceles	975		1%
<b>Privado</b>	<b>55.712</b>		<b>32%</b>
Sanitarias	5.930		3%
Energía	8.959		5%
Telecomunicaciones	24.838		14%
Ferrocarriles	4.893		3%
Puertos	5.242		3%
Metro	5.850		3%

(1) Corresponde a inversión en agua potable rural y protección y control aluvional.

(2) Considera rutas no concesionadas.

(3) Corresponde a inversiones asociadas a recursos del Estado (Dirección de Aeropuertos).

Fuente: CChC.

De esta manera, se observa que aproximadamente 60% del total de las inversiones requeridas corresponderían a fuentes de financiamiento privadas, sea en un 100% a través de empresas o mixtas, mediante el mecanismo de concesiones de obra pública, por ejemplo.

Respecto a lo segundo, se identifican las inversiones de acuerdo con su emplazamiento, sea dentro de las ciudades e interconectando centros urbanos, o simplemente, debido al carácter del proyecto necesario, se ubique lejos de zonas densamente pobladas. Esta apertura se puede identificar así:

#### ICD 2018-2027: Resumen por zona de emplazamiento

SECTOR	URBANO		NO URBANO	
	US\$ MILLONES	% PARTICIPACIÓN	US\$ MILLONES	% PARTICIPACIÓN
Recursos Hídricos	10.610	6%	7.644	4%
Energía	1.938	1%	7.021	4%
Telecomunicaciones	24.260	14%	577	0,3%
Vialidad Interurbana	-	-	20.343	12%
Vialidad Urbana	60.776	35%	-	-
Aeropuertos	-	-	1.659	1%
Puertos	5.242	3%	-	-
Ferrocarriles	-	-	4.893	3%
Logística	75	0,04%	1.710	1%
Espacios Públicos	640	0,4%	-	-
Salud	10.448	6%	-	-
Cárceles	-	-	975	1%
Educación	15.693	9%	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>129.682</b>	<b>74%</b>	<b>44.822</b>	<b>26%</b>

Fuente: CChC.

De esta manera, resultan clave las inversiones identificadas en sectores urbanos, las cuales son significativamente superiores respecto a la infraestructura emplazada en zonas rurales, con 74% y 26% de participación por sobre el total a invertir durante el

decenio 2018-2027. Así, queda de manifiesto la importancia de la infraestructura necesaria para el correcto desarrollo de las ciudades, en cuanto a la estandarización de una provisión de servicios para la creciente población urbana en nuestro país.

# INFRAESTRUCTURA **BASAL**

Recursos Hídricos

**FERNANDO PERALTA**

**LUIS JORQUERA**

Energía

**SYSTEP CONSULTORES**

Telecomunicaciones

**G&A CONSULTORES**





# RECURSOS HÍDRICOS

# Resumen Ejecutivo

El objeto de las inversiones es disponer de obras de infraestructura que permitan el abastecimiento progresivo de las demandas de todo tipo, ya sea tanto para servicio de agua potable, como para usos medioambientales, ecológicos y productivos.

La oferta de agua para nuevas inversiones se ha calculado como los volúmenes de agua vertidos al mar, cuya cifra es menor que la realidad debido a la escasez de mediciones en especial en los períodos de no riego y estadísticas. Se ha distinguido en cada región la propiedad de los derechos de agua, si son de particulares o bien están disponibles para ser asignados.

La demanda de agua, en una primera instancia se ha considerado las cifras de proyección de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (desde ahora SISS) para demanda de agua potable. En el caso de la agricultura, se ha tenido en cuenta la infraestructura existente tanto en Derechos de Aprovechamiento de Aguas (desde ahora DAA), como en canales superficiales y pozos. El no uso intensivo de esta infraestructura se debe a la falta de elementos de regulación, tales como embalses superficiales y empleo de las aguas subterráneas como embalses de regulación. De allí que las inversiones que se han valorado se refieran mayoritariamente a estos elementos. En los embalses superficiales se cuenta con estadísticas de lo existente y datos de lo que está en construcción o proyecto, con sus respectivos costos. A ello se ha agregado la inversión necesaria para la gestión de los embalses subterráneos, que tienen un volumen

mínimo de capacidad de extracción de 15.000 Hm<sup>3</sup>/año de acuerdo a los DAA otorgados en una infraestructura cercana a 50.000 pozos distribuidos a lo largo de todo Chile.

Además de la oferta de agua expresada en los volúmenes vertidos al mar, existe la oferta de agua proveniente de las aguas servidas tratadas que se vierten al mar en forma directa o por medio de emisarios submarinos. Esto genera una necesidad de inversión inmediata entre las regiones XV y V.

Por otra parte, se suma a la oferta el empleo del agua de mar cruda o desalada, lo cual ya es un hecho en las regiones XV a la IV para abastecer la demanda de agua potable y de minería.

Finalmente, para el mediano plazo, está en estudio una carretera hídrica sur-norte, por vía terrestre o por tubería marina empleando parte de los excedentes de los ríos desde la VII región.

Desde esta perspectiva de la oferta, el panorama es muy alentador para el futuro del país. Las inversiones detalladas en las tablas que se adjuntan dan cuenta de los programas para el período 2018-2027. Además, se ha incluido la inversión para el empleo de las aguas subterráneas, cuya materialización debe comenzar por las cuencas de mayor déficit estival y en sequía.

Una inversión que no se ha podido dimensionar, pero que es urgente se refiere a la de la institucionalidad, especialmente la adecuación del presupuesto de la DGA a sus necesidades y compromisos. De no acometerse este problema, todo el desarrollo hídrico del país se hará muy lento.

Bajo esta perspectiva, las regiones XV a III y parcialmente la IV deben recurrir a inversiones de aumento de eficiencia en el uso, el re uso de las aguas servidas tratadas y al uso de agua de mar cruda o desalada. Eventualmente los esfuerzos deben ir enfocados al empleo controlado de las reservas de agua subterránea que son muy abundantes en especial en las regiones I y II.

Desde la IV hasta la Metropolitana, las inversiones deben ser en embalses superficiales y empleo de los embalses subterráneos. Lo mismo sucede con las regiones VII, VIII y IX, que en paralelo con la construcción de los embalses superficiales debe usar los embalses subterráneos como elemento de regulación.

El estudio realizado sugiere las siguientes áreas críticas para la seguridad hídrica:

- La disponibilidad de agua para garantizar desarrollo social y productivo sostenible.
- El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.
- La protección de la población contra inundaciones.

En cuanto a la disponibilidad de agua para el desarrollo social y productivo, los antecedentes analizados muestran que, debido a la diversidad de las características del país, ha sido necesario analizar los niveles de escasez existentes y la limitación que introduce el recurso hídrico a su desarrollo en una visión focalizada, para cada una de las quince regiones en que se divide el país.

Se incluyen inversiones en embalses y obras de conducción de aguas del MOP, inversiones a través de la Comisión Nacional de Riego (desde ahora CNR), necesidades de inversión sanitaria informados por la SISS y necesidades de inversión de drenaje de aguas lluvias, obras fluviales y control aluvional.

Sobre la base de los antecedentes indicados de disponibilidades (oferta) y sobre la base de los proyectos y perfiles estudiados y evaluados en sus beneficios privados y sociales por el Ministerio de Obras Públicas (desde ahora MOP) correspondientes al período hasta 2027 (demanda), se han identificado y sumado las inversiones hasta 2027.

**Una inversión que no se ha podido dimensionar, pero que es urgente se refiere a la de la institucionalidad, especialmente la adecuación del presupuesto de la DGA a sus necesidades y compromisos. De no acometerse este problema, todo el desarrollo hídrico del país se hará muy lento.**

**Requerimientos de Inversión en Infraestructura de almacenamiento y conducción en embalses superficiales > TABLA 1.1**

MACROZONAS	COSTO UNITARIO US\$/M <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO ADICIONAL AL AÑO 2025 (HM <sup>3</sup> )	2018-2022 US\$MILLONES	2018-2027 US\$ MILLONES
XV-IV	2,8	200	280	560
V-RM	2,8	360	504	1.008
VI-IX	2,8	1.200	1.708	3.416
Obras de conducción				1000
<b>TOTAL</b>	<b>33.924</b>	<b>1.760</b>	<b>2.492</b>	<b>5.984</b>

El valor de 2,8 US\$/m<sup>3</sup> se ha obtenido sobre la base de los últimos proyectos de embalses, DOH y MOP Concesiones.

Fuente:  
Elaboración propia.

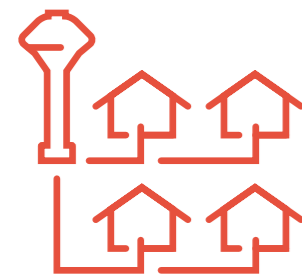
26

**Necesidades de Inversiones para uso de los embalses subterráneos; entre las regiones XV y VIII en millones de dólares > TABLA 1.2**

Instalación de medidores con sistema de telecomando y telemetría de Q y N.E. en 50.000 pozos	US\$140 millones
Instalación de 80 estaciones de aforo en ríos	US\$40 millones
Instalación de 2.000 estaciones de aforo en canales	US\$180 millones
<b>Inversión total</b>	<b>US\$360 millones</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Fuente:  
Elaboración propia.



**Durante los últimos 10 años se han realizado inversiones por US\$1.300 millones, lo que ha beneficiado a más de medio millón de personas.**

**Inversiones con fondos de CNR por Ley de Fomento a la Inversión privada**

La inversión histórica entre el año 1986 y 2017 ha ido creciendo desde US\$20 millones en el año 1986 hasta US\$120 millones en el año 2017, con una tendencia al crecimiento del 10% anual en los últimos 5 años. Se ha proyectado conforme a la curva histórica una inversión anual de US\$130 millones, o sea US\$1.300 millones en 10 años. **VER TABLA 1.3**

**Necesidades de Inversión del Sector Sanitario**

La cifra de inversión propuesta en el Sector Sanitario en 2016 a 2026 ha sido tomada del "Informe de Gestión Sanitaria 2015 del SISS". La proyección de inversiones para el periodo 2018-2027 son las del periodo 2016-2026 del Informe SISS. Eso incluye inversiones en Agua Potable, Alcantarillado, Plantas de tratamiento de aguas servidas para todas las empresas concesionarias de Servicios Sanitarios. No incluye la población rural. La cifra de inversión de APR (Servicio Sanitarios Rurales) se ha extraído de datos históricos proporcionados por DOH del MOP. **VER TABLA 1.4**

27

**Beneficios de la Ley de Fomento de Riego periodo 1986-2017 > TABLA 1.3**

Número de beneficiarios	512.147
Inversión total (US\$ millones)	1.885
Superficie tecnificada en hectáreas	318.138
Superficie equivalente en nuevo riego en hectáreas	191.513
Necesidades de inversión 2016-2027 millones de dólares	1.300

**Necesidades de inversión del Sector Sanitario > TABLA 1.4**

PERÍODO	ZONAS URBANAS (SISS)		ZONAS RURALES (DOH)	TOTAL
	Anual *	***Eventos climáticos	**	
2018-2027	326	2.130	1.870	7.260

\*SISS: Informe de gestión del sector sanitario 2016 (último disponible)

\*\*Basado en cifras de APR proporcionadas por DOH.

\*\*\*Eventos climáticos, son inversiones para disponer de reservas por épocas de sequía y turbiedad en los ríos, y daños por obras de deslizamiento de tierra en la cordillera.

**Necesidades de Inversión en Aguas de drenaje de aguas lluvias, obras fluviales y control aluvional**

**Necesidades de inversión en drenaje de aguas lluvias urbanas, obras fluviales y control aluvional**

> TABLA 1.5

TIPOS DE OBRA	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)	
	INVERSIÓN ANUAL	2018-2027
Drenaje aguas lluvias	190	1.900
Obras fluviales	45	450
Control aluvional	100	1.000
<b>TOTAL</b>	<b>335</b>	<b>3.350</b>

Ref.: Datos históricos  
MOP DOH 2014-2018.

Fuente:  
Elaboración propia.

**Resumen Necesidades de Inversión en Infraestructura Hídrica y avance brecha anterior**

> TABLA 1.6

	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	BRECHA ESTIMADA AVANCE		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	2016-2025	2018-2027	2018-2022	2018-2027
Disponibilidad de agua (tablas 1.1; 1.2 y 1.3)	2.840	96	3.822	7.644
Agua potable y saneamiento (Tabla 1.4)	7.550	938	3.630	7.260
Protección contra inundaciones /aluviones (Tabla 1.5)	2.150	216	1.675	3.350
<b>TOTAL</b>	<b>12.540</b>	<b>1.250</b>	<b>9.127</b>	<b>18.254</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

El término disponibilidad de agua corresponde a: la inversión Programada en Embalses Superficiales.

La inversión de agua potable y saneamiento urbano proviene del informe SISS.

La protección contra inundaciones y aluviones proviene de los datos de la DOH del MOP.





# Descripción del Sector

## Marco normativo<sup>1</sup>

En lo más reciente, al no disponer del proyecto de ley relativo a la nueva organización de la institucionalidad del agua no es posible conocer su contenido, queda por lo tanto pendiente en tema de institucionalidad cuya indefinición sólo causa retraso en la solución de problemas.

Este tema se encuentra intrínsecamente relacionado con la Gestión Integrada de Manejo Hídrico de Cuencas. En todo caso, como el país no puede operar sin esta labor, las Organizaciones de Usuarios del Agua (desde ahora OUA) han sido hasta ahora los organismos que, en cada cuenca, han hecho la parte básica de esta gestión mediante la distribución de las aguas conforme a derecho a cada uno de los 300.000 usuarios que existen en el país. Asimismo, son las encargadas de operar, mantener y mejorar la infraestructura hídrica del país y de resolver internamente los conflictos entre usuarios, cualquier modificación legal o administrativa al respecto debe partir de la base de lo existente hoy en día.

La reforma de la ley en trámite, correspondiente al Boletín N° 7543-12, deberá completarse en el nuevo período presidencial

2018-2022. El mayor escollo para su aprobación es la disentida constitucionalidad de varias medidas como también la posibilidad de caducar y extinguir derechos de aprovechamiento de aguas existentes. Al mismo tiempo le otorgaría mayor responsabilidad a la DGA, en detrimento de las OUA, creando una nueva carga burocrática que dificulta las inversiones. Por otra parte, la redacción actual debe ser perfeccionada por carecer de claridad en muchos artículos y contradicciones internas en otros. Además, hay temas que debieran incluirlo y no se hizo, como el caso de las aguas, la reutilización de las aguas servidas tratadas, el mecanismo legal para el empleo eficiente de los embalses subterráneos como elementos de regulación.

En relación con el Boletín N° 8149-09 sobre Fiscalizaciones y Sanciones recién aprobado, existen muchos reparos sobre la posibilidad de que la DGA disponga de los medios para cumplir con su cometido. Además gran parte de la forma de aplicar las disposiciones legales dependen de la dictación de futuros reglamentos lo que lo hace inoperante por el momento.

1. El marco normativo vigente en detalle se indica en "Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Bases para un Chile Sostenible 2016-2025", CCHC, Capítulo 1 Recursos Hídricos.

## Condiciones hídricas de las regiones XV a la VIII

La Región de Arica y Parinacota, con los caudales de los ríos Lluta y Azapa, mantiene las actividades productivas y de servicios básicos. A ello se suman recursos provenientes de la laguna de Cotacotani en el Altiplano y el abastecimiento parcial de la demanda sanitaria con agua subterránea semisalobre potabilizada mediante una planta de osmosis inversa. Una fuente importante de recursos y reservas de agua subterránea lo constituye el acuífero del Altiplano Ariqueño con un volumen de reserva superior a los 1.000 Mm<sup>3</sup>.

El Valle del río Camarones tiene, asimismo, un embalse de regulación denominado Caritaya. Se encuentra en construcción el embalse Chironta en la cuenca del río Lluta con capacidad de 17 Mm<sup>3</sup> y un costo de 90 millones de dólares. En la cuenca del río San José de Azapa se encuentra en proyecto el embalse de Ausipar, que laminará las venidas de los meses de verano correspondiente al Invierno Altiplánico.

Existen dos salidas de agua hacia países vecinos; la primera correspondiente al canal Uchusuma construido a fines del siglo XIX para abastecimiento de agua de la ciudad de Tacna que extrae sus aguas desde un afluente del río Lluta. La segunda salida corresponde a la descarga del río Lauca (afluente menor del río Lauca de Bolivia), que desemboca en el río Lauca de Bolivia y luego se pierde en el Salar. Capta sus aguas del acuífero del Altiplano Ariqueño, declarado zona de protección de la biósfera. En el Valle de Azapa se encuentra en marcha el proyecto de entubamiento del canal Azapa,

que trae sus aguas de la laguna Cotacotani, para evitar pérdidas de agua por filtración y para generar hidroelectricidad.

Por otro lado, en las regiones XV y I existen un total de 47 servicios sanitarios rurales (APR) que abastecen a 6.544 arranques con 25.971 personas, lo que representa el 1,49% el total nacional<sup>2</sup>. En esta región se vierte al mar mediante un emisario submarino las aguas servidas de la ciudad de Arica, con un caudal cercano a 500 l/s, comparable al aporte del canal Azapa.

La capacidad de producción de las plantas desaladoras es de 412 litros por segundo para agua potable. De esta manera, las necesidades de inversión hídrica en estas regiones de aquí al año 2027 se centrarán en la terminación de los embalses de Chironta y Ausipar; el entubamiento del Canal Azapa, la construcción de una nueva planta desaladora y el empleo del agua servida tratada.

La primera Región de Tarapacá posee las mayores reservas de agua subterránea entre las regiones XV y IX, solo renovables por recarga artificial. Estas se sitúan en las cuencas altiplánicas y en la Pampa del Tamarugal.

El abastecimiento de Agua Potable de Iquique proviene del agua subterránea de la Pampa del Tamarugal, en el acuífero de Pintados, el cual se recarga mediante las crecidas del río Tarapacá y otros cauces menores de escurrimiento esporádico. Una inversión necesaria es el análisis del balance hídrico del acuífero de la Pampa del Tamarugal, la formación de la Comunidad de Aguas Subte-



**El mayor inconveniente de la reforma a la Ley en trámite, es la disentida constitucionalidad de varias medidas como también la posibilidad de caducar y extinguir derechos de aprovechamiento de aguas existentes.**

2. DOH, diciembre 2015

rráneas, dentro de la gestión de las cuencas de la Pampa del Tamarugal, con los ríos tributarios desde las cuencas pre-altiplánicas.

Las aguas servidas de la ciudad de Iquique se evacúan mar adentro por medio de un emisario submarino, sin tratamiento previo. Una inversión prioritaria es su tratamiento y recirculación.

Respecto al uso productivo, los pueblos de las Quebradas de Tarapacá y otros se riegan con aguas superficiales de sus cursos de agua. La minería de la región se abastece principalmente de agua subterránea de la cuenca altiplánica. Por último, la agricultura de los pueblos de Pica y Mamiña se abastecen de filtración desde aguas altiplánicas de los salares de Coposa y Huasco, principalmente.

**La segunda Región de Antofagasta** se caracteriza por no disponer de cursos de aguas superficiales que desembocan en el mar, salvo el río Loa. Sus principales recursos de agua provienen de la cuenca de este y de los embalses subterráneos de las cuencas altiplánicas, así como del embalse subterráneo del Salar de Atacama, lugar donde además descargan los cursos superficiales del Río San Pedro por el norte y de los cursos de agua de Toconao, Peine, Socaire, Quebrada de Aguas Blancas y otros cursos de agua por el este. En el Altiplano de Antofagasta se encuentran además los salares de Imilac, Punta Negra y Pajonales.

Existe un embalse de regulación en el río Loa en Conchi, aguas arriba de Calama. El principal afluente del río Loa es el río Salado que

desemboca aguas arriba de Chiu-Chiu, y tiene su nacimiento en las localidades de Toconce y Caspana cerca de la frontera con Bolivia.

Las abundantes reservas de agua subterránea de esta región están asociadas a los rellenos sedimentarios que subyacen a los salares de la zona.

El agua potable de Antofagasta proviene en parte de fuentes altiplánicas, como del Alto Loa, y el resto de desalación del agua de mar. Se espera que en un futuro será casi exclusivamente de agua de mar. Por otro lado, las aguas servidas de Antofagasta aún no se recirculan, por lo que son vertidas al mar. Estos dos aspectos son las que generarán las mayores inversiones de aquí al año 2028. Respecto al uso productivo, la expansión minera continuará alimentándose de agua de mar principalmente.

**La tercera Región de Atacama** tiene tres cursos de agua; el río Salado por el norte, que nace en el salar de Pedernales, y no es un curso permanente debido a que sus aguas ya sea en forma superficial o subterránea se emplean para procesos mineros de la Mina El Salvador.

El río Copiapó nace en la Cordillera de los Andes, y posee sus afluentes Jorquera, Puli-do y Manflas, con un caudal medio cercano a los 3,5 m<sup>3</sup>/s que abastece a la minería, agricultura y agua potable. El crecimiento de estas demandas en los últimos treinta años llevó a sobreexplotar los recursos hídricos subterráneos, por lo que ahora se ha recurrido al empleo de agua de mar desalinizada para las faenas mineras y el consumo de agua potable.

Las reservas de agua subterránea del acuífero de Copiapó son significativas, superando los 6.000 Millones de m<sup>3</sup>. Existe un embalse superficial de cabecera con capacidad de 28 millones de m<sup>3</sup>, al cual se añadirá otro de 12 Hm<sup>3</sup> en la cola del actual. Este abastece las 10.000 hectáreas regadas del valle.

Por otro lado, las crecidas esporádicas del río Copiapó son de una magnitud tal que permiten rellenar parcial o totalmente los vaciamientos de los acuíferos, generando una nueva reserva para el ciclo de sequía, por lo que se debe actualizar el proyecto de recarga existente y efectuar las inversiones necesarias de preparación del cauce del río para efectos de facilitar la infiltración.

Por último, el río Huasco nace en la Cordillera de Los Andes y dispone de un embalse de regulación de 160 millones de m<sup>3</sup> de capacidad, aguas arriba de la ciudad de Vallenar y permite el riego de 10.000 has actualmente, las que aumentarían a 15.000 en el futuro. Se ha proyectado un segundo embalse en el río Carmen, afluente del Huasco. Así mismo el embalse Santa Juana facilita la alimentación del acuífero de Vallenar desde cuyos pozos se nutre el abastecimiento del agua potable. Este último ha vertido agua en los últimos años de abundancia, dejando espacio para hacer nuevos embalses de regulación en quebradas laterales ubicados en los predios de Ventanas y Perales, aguas debajo de Vallenar. Existe un déficit en inversión en dicha zona a la vez que iniciativas privadas en marcha.

Las reservas de agua subterráneas están situadas en los rellenos de las Quebradas de

Algarrobal, Boquerón Chañar y el acuífero de la estancia Castilla. En la actualidad, están siendo usadas parcialmente para abastecimiento de pequeña y mediana minería.

Tanto el río Copiapó como el río Huasco, tienen humedales en el sector de la desembocadura de ambos ríos, lo que constituye una demanda medioambiental prioritaria, que debe ser cuantificada, y establecer la demanda y los DAA correspondientes a nombre del Fisco.

El agua potable tratada de Copiapó se reusa totalmente, con un porcentaje por la agricultura y un volumen mayor para la minería. Por otro lado, las aguas servidas de Caldera y Chañaral no se reciclan. Esto corresponde a un potencial de inversión futura. Las aguas servidas de la ciudad de Vallenar son depositadas en el río, las cuales son previamente tratadas mediante lagunas aireadas y su caudal se vierte al cauce del río Huasco. Respecto al saneamiento rural, en la región hay un total de 40 servicios de APR que benefician a un total de 18.132 habitantes con un promedio de 453 habitantes por servicio.

Finalmente, la cuenca del río Copiapó no admite un crecimiento de la demanda de aguas sin recurrir a la desalinización del agua de mar. Es por esto que existen varios proyectos en marcha y otros en operación capaces de producir un caudal de 2 a 3 m<sup>3</sup>/s en el plazo de 10 años, caudal que permite duplicar la disponibilidad natural de la cuenca.

**La IV Región de Coquimbo** con sus ríos Elqui, Limarí y Choapa es la que cuenta con mayores volúmenes de embalses en el país. La

**La sequía de los últimos 10 años que afectó a la IV Región provocó un fuerte impacto en la superficie regada con una disminución del orden del 15%, quedando con los embalses casi secos. Sin embargo, las lluvias de 2016 y 2017 permitieron una recuperación casi total de los embalses.**

La lección aprendida fue considerar los embalses como de uso multianual, con un período de abastecimiento de 3 a 4 años.

cuenca del río Elqui cuenta con los embalses de La Laguna (40 Hm<sup>3</sup>) y Puclaro (200 Hm<sup>3</sup>). En la cuenca del río Limarí, con el embalse Cogotí con 150 Hm<sup>3</sup>, Paloma con 750 Hm<sup>3</sup> y Recoleta con 100 Hm<sup>3</sup>. En el río Choapa, con el embalse Corrales con 50 Hm<sup>3</sup>. Estos embalses permiten abastecer un aproximado de 110.000 hectáreas de regadío, salvo en las sequías prolongadas. Por otro lado, se encuentran en construcción el embalse Valle Hermoso con una capacidad de 20 Hm<sup>3</sup> y un costo de 68 MUS\$ en el río Pama. En fases de proyecto se encuentra el embalse La Tranca en el río Cogotí, de 50 Hm<sup>3</sup> de capacidad.

Las ciudades de La Serena y Coquimbo, con un total de 430.000 habitantes, se abastecen con aguas del río Elqui, y las aguas servidas se vierten en un emisario submarino, causando contaminación y pérdida de recurso de agua. Esto, lo que obliga a una inversión en plantas de tratamiento, y el agua así pueda ser reutilizada en agricultura u otros fines. Las ciudades de Vicuña, Ovalle, Salamanca, Combarbalá y otras disponen de plantas de tratamiento de aguas servidas, las cuales son vertidas al río luego de pasar por lagunas aireadas. La ciudad de Los Vilos, con 18.500 habitantes, dispone sus aguas servidas en el mar mediante emisario submarino, por los que sus requerimientos son similares a los de La Serena. En estos casos, la inversión puede provenir de la empresa sanitaria, y el uso posterior puede ser agrícola. Hay aquí una indefinición legal subsanada de manera parcial en el año 2011 por la Corte Suprema y no hay un pronunciamiento definitivo sobre el destino

de las aguas servidas. Por una parte, fueron creadas para devolver las aguas limpias para el uso agrícola y, por otra parte, se pretende permitir el reúso de las aguas servidas tratadas para abastecimiento de agua potable. Este tema ha dado origen a paralización de inversiones, por lo que debe ser resuelto.

La sequía de los últimos 10 años en la región provocó un fuerte impacto en la superficie regada con una disminución del orden del 15%, quedando con los embalses casi secos. Sin embargo, las lluvias de los años 2016 y 2017 permitieron una recuperación casi total de los embalses. La lección aprendida fue considerar los embalses como de uso multianual, con un periodo de abastecimiento de 3 a 4 años. Para ello, destacan los proyectos de embalses Murallas Viejas y Canelillo, con 50 Hm<sup>3</sup> y 200 Hm<sup>3</sup> de capacidad, respectivamente.

Existen reservas de agua subterránea en la IV región, en el Valle del Elqui, en la cuenca del Estero Culebrón, en algunos sectores del río Limarí y en el acuífero aluvial de río Choapa, con una relación muy dinámica con los ríos que las atraviesan lo que obliga a un empleo y gestión minuciosa por parte de las Juntas de Vigilancia.

El mercado del agua mediante arriendos temporales ha sido uno de los elementos que han permitido efectuar un ajuste racional del uso del agua, en que los agricultores de cultivos anuales arrendaron sus aguas o los agricultores de cultivos permanentes, que son más rentables consiguiendo una ganancia para ambos y la permanencia de los cultivos multianuales.

Este sistema se practica en el Valle de Limarí desde hace unos 20 años, con excelentes resultados sociales y económicos. Representa una forma de compensación económica mediante un pacto libre, rápido, ágil y rentable. Esto ha sido posible gracias al gran volumen de regulación de sus aguas y a la experiencia de sus OUAs.

La gran demanda minera de la IV Región corresponde a la Minera Pelambres en el río Choapa, que extrae aguas superficiales y subterráneas desde el río Cúncumen y el río Choapa. En el futuro, toda nueva demanda será abastecida con agua de mar, con lo que se deja fijo el volumen de agua extraída desde el río Choapa para faenas mineras.

La parte sur de la IV Región incluye los ríos Pupío y Quilimarí entre Los Vilos y Pichidangui, son ríos cuya cuenca no alcanza a la Cordillera de Los Andes y, por lo tanto, su escurrimiento es muy exiguo y, en el caso del estero Pupío, va generalmente seco. Esta situación permite un desarrollo agrícola precario y escasa extracción de agua. En este sector del extremo sur de la IV región, toda nueva demanda debería ser abastecida con agua de mar o con trasvase de agua superficial desde las regiones IX al sur.

Finalmente, en la Región existen 189 Servicios Sanitarios de Agua Potable Rural que abastecen a 139.482 habitantes, los cuales son abastecidos mayoritariamente con aguas subterráneas. Estas aguas han sufrido una severa disminución en la sequía prolongada de los últimos 10 años, secándose algunos pozos y dejando a la población sin agua,

debiendo ser atendidos con camiones aljibes. Se requiere una inversión en infraestructura para asegurar el abastecimiento en épocas de sequía. Esto representa una necesidad prioritaria de inversión de parte del Ministerio de Obras Públicas (DOH).

**La V región** comprende los ríos Petorca, La Ligua, Estero Catapilco, Estero Puchuncaví y Marga Marga y San Jerónimo con cuencas en la precordillera para los dos primeros y en la Cordillera de Los Andes y en la Cordillera de la Costa para los restantes. El río más importante corresponde al río Aconcagua, de cuyas aguas se abastece la demanda minera de CODELCO en la alta cordillera y el Soldado en la parte media del Valle, propiedad de Anglo American.

La superficie de riego de la V Región, que en total comprende 86.200 hectáreas, se divide principalmente en 68.000 ha del río Aconcagua, y 9.000 ha cada uno de los ríos La Ligua y Petorca.

No existen suficientes embalses de regulación en la cuenca, estando uno en el Valle del Estero Limache, denominado Los Aromos con capacidad de 35 Hm<sup>3</sup> y que sirve para el abastecimiento de Valparaíso y Viña del Mar, junto con el embalse Peñuelas, de 95 Hm<sup>3</sup> de capacidad. En la actualidad, cuenta con 8,6 Hm<sup>3</sup> de agua acumulados.

El valle de Casablanca dispone de cuatro ríos afluentes del estero Casablanca a saber, los que tienen embalses de regulación en sus cabeceras como son: Lo Ovalle (13,5 Hm<sup>3</sup>), Orozco (5,5 Hm<sup>3</sup>), La Vinilla (4 Hm<sup>3</sup>) y Tapihue



**Desde hace 20 años en el Valle del Limarí se practica un sistema de arriendos temporales de agua. Esto ha permitido efectuar un ajuste racional de su uso, ganancias y la permanencia de los cultivos multianuales. Se trata de una forma de compensación económica mediante un pacto libre, rápido, ágil y rentable.**

(11,6 Hm<sup>3</sup>). En total, la capacidad de acumulación de agua asciende a 34,6 Hm<sup>3</sup>.

El gran déficit estacional y en épocas de sequía de los valles de Aconcagua, Ligua y Petorca, se resolverá en parte con la construcción de los embalses de Catemu de 180 Hm<sup>3</sup> en la 2ª sección del río Aconcagua, la expansión del embalse Los Aromos con 30 Hm<sup>3</sup> adicionales, en el río Petorca con el embalse Las Palmas con 55 Hm<sup>3</sup> de capacidad, Pocuro en la parte alta del río Aconcagua con 100 Hm<sup>3</sup> de capacidad, Los Ángeles y La Chupalla en el río Ligua con 16 Hm<sup>3</sup> y 56 Hm<sup>3</sup> de capacidad, respectivamente.

En la comuna de Casablanca se riega una superficie de 7.700 hectáreas y tiene una demanda creciente por expansión agrícola. El acuífero que se alimenta de la infiltración de las quebradas laterales y de los ríos en su cabecera es junto con los embalses superficiales la principal reserva de agua para épocas de sequía en la zona. En la actualidad es deficitario, y en el futuro lo será aún más, lo que ha llevado a replantear un antiguo proyecto de llevar agua desde la cuenca de Maipo hacia el Valle de Casablanca, trasvase que también suplirá los déficits del Lago Peñuelas, que abastece de agua potable a Valparaíso. Constituye el principal proyecto para los próximos 10 años, está siendo estudiado por la DOH del MOP. En principio llevará 3 m<sup>3</sup>/s durante los meses de invierno desde la cuenca del río Maipo, mediante un canal llamado de la Prosperidad. Ello, junto con el reúso de las aguas servidas tratadas y la desalación del agua de mar, serán los pro-

yectos futuros para abastecer las demandas urbanas, agrícolas e industriales del sector y aquellas provenientes de la expansión turística costera desde Valparaíso.

El riesgo de avenidas en las quebradas costeras es alto, y compromete las zonas altas de Valparaíso y Viña del Mar, que son de alta densidad de población y de gran valor turístico. El valle de la región de Valparaíso se encuentra primera en un ranking de riesgo climático<sup>3</sup>, en especial por asentamientos de población en proximidades de quebradas con alto riesgo de inundaciones por crecidas de los ríos, advirtiendo esta situación.

El Valle del río Aconcagua entre Los Andes y Puente Colmo en la costa dispone de un embalse subterráneo, con un volumen de agua de reserva del orden de 10.000 Hm<sup>3</sup>. La capacidad de renovación de este es del orden de 1.200 Hm<sup>3</sup>, cifra que proviene de la media del volumen vertido al mar. Las inversiones futuras para equilibrar dinámicamente la oferta y las demandas serán:

Todos los embalses superficiales que están proyectados deberán construirse antes o después de lo previsto, ya sea en forma directa por el Fisco mediante la Ley 1123 o por medio de la modalidad de concesiones. A parte de los proyectos asociados a las ideas anteriores, es conveniente analizar el proyecto de trasvase del sur al norte, esbozado en el estudio bajo el nombre de Reguemos Chile.

Finalmente, en la región existe un total de 220 servicios sanitarios de Agua Potable Rural, que abastecen a un total de 282.766 habitantes (D.O.H., MOP).

3. Riesgo Climático y su Distribución Urbana, Cristián Henríquez, CEDEUS, 2013.

**Desde la XV a la IV Región son deficitarias en la situación actual y en una proyección a 20 años. Las alternativas son el uso de agua de mar en el futuro o el trasvase de agua desde el sur hacia el norte, o una combinación de ambos.**

La **Región Metropolitana** alberga a la ciudad de Santiago y un sinnúmero de pueblos y ciudades con una población total de 7,3 millones de habitantes, casi la mitad de toda la población de Chile. Su tendencia de aquí a 10 años es el crecimiento con la consiguiente necesidad de inversiones en obras hídricas ligadas a:

- Abastecimiento poblacional.
- Evacuación de aguas lluvias.
- Protección de cauces y quebradas para defenderse de avenidas.
- Regadío de un total de 137.000 hectáreas.
- Existe un total de 106 servicios sanitarios de Agua Potable Rural, los que abastecen a 183.292 habitantes.
- Empleo de las Aguas Servidas Tratadas las que hoy suman del orden de 450 Hm<sup>3</sup>/año.
- Obras de almacenamiento de aguas superficiales por un total de 2.000 Hm<sup>3</sup> que es vertido al mar hoy en día.
- Empleo de las aguas subterráneas del embalse subterráneo del Acuífero del Maipo-Mapocho con una reserva del orden de 10.000 Hm<sup>3</sup>, lo cual se hará usando como base la actual infraestructura de 7.000 pozos y el proceso de la recarga artificial, empleando la actual red de canales y una parte menor de la superficie regada.

La cuenca del río Maipo tiene 15.400 km<sup>2</sup> de superficie e incluye entre sus afluentes a los ríos Angostura, Mapocho, Til-Til, Lampa, Estero Puangue y algunos afluentes menores costeros como el Estero Codegua y otros.

Dispone de muy pocos embalses; el Yeso de 240 Hm<sup>3</sup> de capacidad en la parte alta y Rungue, de muy poca capacidad en las nacientes del río Til Til. De allí que frente a una descarga al mar hoy día cercana a los 2.000 m<sup>3</sup>/s, equivalentes a 63.000 Hm<sup>3</sup>/año, se requiera generar una capacidad de regulación del orden de 10.000 Hm<sup>3</sup>, empleando el uso combinado de los embalses superficiales y subterráneos.

La **vi Región del Libertador General Bernardo O'Higgins** corresponde a la cuenca del río Rapel con sus afluentes Cachapoal y Tinguiririca y algunas cuencas costeras menores tales como el estero Topocalma, Nilahue, Paredones, Pupuya y Yali.

Tiene una población total de 920.000 habitantes, con las principales ciudades de Rancagua con 230.000 habitantes, San Fernando con 74.000 habitantes y Rengo con 61.000 habitantes. Existen 220 servicios de APR que abastecen a 312.404 personas.

En su cuenca se encuentra la mina El Teniente de Codelco, con un consumo de agua de 2.228 l/s durante 2016 y una proyección a 2027 de 1.984,3 l/s, todo con agua continental.

La demanda de regadío corresponde al consumo de 213.000 hectáreas localizadas en 3 provincias y 27 comunas. La gestión del agua se encuentra en manos de 11 Juntas de Vigilancia y 189 Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas.

La regulación superficial de sus aguas se realiza a través de los embalses de Convento Viejo con 237 Hm<sup>3</sup> de capacidad en el Estero Chimbarongo, afluente del río Tinguiririca, el cual, además, recibe aguas desde el río Teno de la VII Región. El embalse de Rapel,

con 695 Hm<sup>3</sup>, tiene un uso principalmente hidroeléctrico, y se encuentra en la parte final de la cuenca del río del mismo nombre.

Las salidas de agua superficial al mar por el río Rapel, medidas según datos del año 1966 alcanzan 4.733 Hm<sup>3</sup>/año equivalente a 150 m<sup>3</sup>/s. Probablemente hoy son menores debido al cambio de clima, por lo que supondrán un 70% de este, es decir 3.313 Hm<sup>3</sup>/año equivalente a 105 m<sup>3</sup>/s. La puesta en marcha del proyecto Convento Viejo, con 35.000 has nuevas y un consumo aproximado de 280 Hm<sup>3</sup>/año equivalente a 9 m<sup>3</sup>/s aproximadamente, no alterará mayormente la cifra de 105 m<sup>3</sup>/s como descarga de aguas al mar. Lo anterior pone en evidencia la abundancia de recursos de agua y la falta de elementos de regulación. En todo caso, vale la pena señalar que el mayor trabajo que se requiere es el de la gestión para el buen aprovechamiento de la infraestructura existente. Dentro de ello, se encuentra la inversión en sistemas de medición del uso del agua superficial y subterránea y un elemento de almacenamiento de datos, análisis de las mediciones y publicación de los resultados.

La **vii Región del Maule** comprende los ríos Mataquito con sus afluentes Teno y Lontué, Claro, Lircay, Maule, Melado, Longaví y Perquellauquén. Salvo el río Mataquito, que desemboca al mar en la zona norte de la región, el resto de los ríos son todos tributarios del río Maule, el cual desemboca en Constitución.

Tiene una superficie de regadío cercana a las 305.000 hectáreas, una población total de 1.083.322 habitantes con las ciudades de Talca(253.742 hab), Linares(87.661 hab) y Constitución (50.914 hab) siendo las principales.

Dispone de una escorrentía total de 492,1 m<sup>3</sup>/s de caudal medio, compuesta por Mataquito y río Teno (después junta con Río Claro, 56,2 m<sup>3</sup>/s), Río Claro en Mauquén (83,6 m<sup>3</sup>/s), Río Maule en Armerillo (252 m<sup>3</sup>/s) y el Río Itata medido en Ñuble en San Fabián (100,3 m<sup>3</sup>/s)<sup>4</sup>.

Destaca señalar que no se dispone del caudal del río Mataquito en desembocadura, por lo que los datos son incompletos, y el caudal adoptado es inferior en la realidad. Se estima que salidas al mar del río Maule alcanzan a un valor mínimo de 500 m<sup>3</sup>/s. La cifra es una aproximación basada en tres fuentes diferentes. Si se acepta un caudal ecológico de 20%, se dispondría de un caudal ecológico de 400 m<sup>3</sup>/s equivalentes a 12.614 Hm<sup>3</sup>/año volumen, que, al estar regulado, permitiría regar 1.261.400 hectáreas a 10.000 m<sup>3</sup>/has año, cifra equivalente a la superficie regada en todo el país.

En la parte alta de la cuenca, la región dispone de la laguna natural Laguna del Maule, con una capacidad de 1.420 Hm<sup>3</sup> y su uso es para generación y riego. Actualmente, solo cuenta con 278 Hm<sup>3</sup> de agua acumulada, por una deficiente gestión de esta fuente. Otros embalses destinados al riesgo son Bullileo (60 Hm<sup>3</sup>) y Digua (225 Hm<sup>3</sup>) ambos alimentados desde el río Longaví. Además, cuenta con el embalse de Tutuvén con 22 Hm<sup>3</sup> de capacidad. De esta manera, sin considerar la Laguna del Maule, el total de volumen de regulación para agricultura es de 307 Hm<sup>3</sup> en la región, valor muy por debajo de sus potencialidades establecidas en 12.614 Hm<sup>3</sup>/año de salidas de agua al mar, solo por el río Maule sin considerar las salidas desde el río Mataquito. La necesidad de inversión, en obras de acumu-

4. Cifra obtenida del Atlas del Agua.

lación es evidente, y permitirá destinar hasta 10.000  $\text{Hm}^3/\text{año}$  para usos en la misma o bien para trasvasar hacia el norte. Esto equivale a la mitad de la demanda total anual del país.

La región dispone de un total de 3.987 pozos capaces de extraer un caudal de 114,4  $\text{m}^3/\text{s}$  equivalentes a 3.610  $\text{Hm}^3/\text{año}$ . Esta capacidad es, al mismo tiempo, el volumen mínimo que se puede disponer mediante una explotación conjunta de las aguas superficiales y subterráneas, haciendo uso de la recarga natural y artificial. Este caudal de aguas subterráneas equivale a un 28,5% de caudal de agua superficial que desemboca en el mar por el río Maule. En consecuencia, se puede comenzar a emplear intensamente el agua subterránea durante el lapso en el cual que se construyan los embalses superficiales.

La empresa sanitaria encargada de proveer los servicios de agua potable y saneamiento tiene un consumo de agua al año de 42 millones de  $\text{m}^3$  equivalentes a 1,33  $\text{m}^3/\text{s}$  de caudal continuo. Esto es 0,3% del caudal que se vacía al mar. Finalmente, la región tiene un total de 275 sistemas de Agua Potable Rural que atienden a una población de 270.333 (datos APR de la DOH del MOP).

Finalmente, la **viii Región del Biobío** tiene dos grandes cuencas, el río Itata por el norte con su afluente el río Ñuble, y el río Biobío por el sur con su afluente Laja por el norte de este, el que desemboca en la ciudad de Concepción. La cuenca completa tiene una superficie de 24.369  $\text{km}^2$ . Considerando ambos ríos se tiene una cuenca total de 35.795  $\text{km}^2$ .

Las salidas al mar del río Itata se desconocen, y las del río Biobío son de 750  $\text{m}^3/\text{s}$ , casi

el doble que las del río Maule, correspondiente a un volumen de 23.625  $\text{Hm}^3/\text{año}$ . Si se descuenta un 20% correspondiente al caudal ecológico se obtiene un volumen de 18.900  $\text{Hm}^3/\text{año}$ , disponibles para su empleo en diferentes actividades productivas, medioambientales y de servicios.

La cuenca del río Biobío incluye la laguna del Laja, el cual es un depósito natural con capacidad de 5.582  $\text{Hm}^3$  ubicada en la zona cordillerana, sin embargo, hacia el año 2017 sólo tenía 603  $\text{Hm}^3$  acumulados. Producto de las extracciones de caudales superiores a la recarga media anual, por parte de las centrales operando en la zona.

Adicionalmente, incluye los lagos Lanalhue y Lleu-Lleu, con capacidad desconocida cada una, ubicados en la zona costera. Por otro lado, el río Lleu-Lleu descarga al mar un caudal medio de 17,3  $\text{m}^3/\text{s}$ , equivalente a 547  $\text{Hm}^3/\text{año}$ . Por lo tanto, si se descuenta el 20% de caudal ecológico, queda un volumen de 440  $\text{Hm}^3/\text{año}$  disponible para su uso.

A nivel agregado, el volumen de agua vertido al mar, que alcanza a 924,7  $\text{m}^3/\text{s}$ , respetando un 20% para caudal ecológico es una fuente para disponer de un caudal de 740  $\text{m}^3/\text{s}$  equivalente a 23.192  $\text{Hm}^3/\text{año}$ .

La región dispone de 6.706 pozos, con una capacidad de producción de 34.496 l/s equivalentes a 1.087  $\text{Hm}^3/\text{año}$ . Esta cifra representa un 5,7% del volumen que descarga al mar por el río Biobío.

Finalmente, en esta región existe una suma total de 211 servicios de Agua Potable Rural, los que abastecen a una población compuesta por 202.349 habitantes.



## Escenarios futuros

A partir del análisis por región, se vislumbran las tendencias que marcarán el desarrollo del recurso en el futuro. Toda inversión en infraestructura hídrica tiene por objeto equilibrar los recursos con las demandas, en un proceso de continuo desequilibrio de una sociedad dinámica y creciente. Hay algunos factores que requieren ser comentados como ejes principales, tanto de la tendencia en Chile como en el resto del mundo. Estas son, en principio, las siguientes:

- El cambio climático.
- El uso del agua de mar cruda o desalinizada.
- El continuo incremento de la eficiencia de uso del agua para distintos fines.
- La reutilización de las aguas.
- El empleo del mercado de los Derechos de Aprovechamiento de Agua.
- La asociación público-privada para el desarrollo de las obras.
- La regulación en embalses superficiales y subterráneos.
- El desequilibrio regional de las demandas y recursos de agua.
- La seguridad de abastecimiento de la demanda.

### El cambio climático

Se predice por todos los organismos de estudios del cambio climático; un aumento de la temperatura y una disminución de precipitaciones, lo que incide negativamente en el balance de recursos-demanda, porque los primeros disminuirán y la segunda aumentará.

La demanda de agua prevista para el 2015 según la DGA Atlas de Agua alcanzó a 645,4 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a 20.353 Hm<sup>3</sup>/año. Según esta misma publicación, la disponibilidad de agua en Chile asciende, sólo en derechos de aguas consuntivos otorgados, a 2.959 m<sup>3</sup>/s (93.313 Hm<sup>3</sup>/año) de manera superficial, y a 452,84 m<sup>3</sup>/s (14.736 Hm<sup>3</sup>/año), de manera subterránea, siendo el total 3.426,3 m<sup>3</sup>/s (108.049 Hm<sup>3</sup>/año).

Además, si se considera las Macro Zonas Norte, Centro y parte de la Sur, el volumen total nacional vertidos al mar hasta la IX Región alcanzan en total a 81.902 Hm<sup>3</sup>/año, una relación de casi 4 veces los derechos otorgados frente a las demandas en derechos de aprovechamiento consuntivos, sin considerar las regiones al sur de la IX. Esta cifra obliga a pensar en un desarrollo hídrico nacional más que regional. Por regiones, de la XV a la IV región son deficitarias en la situación actual y en una proyección a 20 años. Las alternativas son el uso de agua de mar en el futuro o el trasvase de agua desde el sur hacia el norte, o una combinación de ambos. Por lo tanto, cada región o cuenca, aparte de tener un desarrollo con recursos propios, debe plantearse la importación desde otras cuencas con la debida compensación económica a los actuales derechos otorgados.

En Chile, la sociedad ya ha iniciado estudio sobre el trasvase sur-norte, idea que no es nueva y que ya fue analizada entre los años 1970 y 1973. La nueva realidad social chilena, así como los adelantos tecnológicos han hecho posible replantearse el tema.

### El uso del agua de mar

Desde hace casi 40 años se ha iniciado el empleo de aguas de mar desalinizada, en pequeña escala para demandas locales costeras, principalmente en plantas pesqueras. Hoy en día las ciudades de Arica, Antofagasta, Chañaral, Caldera y Copiapó tienen plantas desaladoras que abastecen un porcentaje cada vez mayor de sus necesidades de agua potable. La minería está recurriendo sistemáticamente al empleo de agua de mar, ya sea cruda o desalinizada para sus proce-

sos mineros, siendo asimismo la tendencia. De hecho, según Cochilco Prospección 2016-2027, al 2027, 46% de la demanda de agua de la minería de cobre será con agua de mar.

De esta manera, la tendencia del país para las regiones XV, I, II y III está claramente definida con la situación actual, que es abastecer de agua potable con agua de mar a las ciudades costeras, y lo mismo a las demandas asociadas al sector minero.

# 81.902

Hm<sup>3</sup>/año: volumen total nacional vertidos al mar hasta la IX Región. Una relación de casi 4 veces los derechos otorgados frente a las demandas en derechos de aprovechamiento consuntivos.



#### El incremento permanente de la eficiencia de uso

En un país económicamente sano y socialmente preparado como es Chile, la escasez progresiva del recurso agua se ha ido resolviendo con un importante aumento de la eficiencia de su empleo.

La agricultura de riego, que es el principal consumidor (alrededor del 80% del total), gracias a la mayor rentabilidad de sus cultivos ha hecho posible que un tercio de las 1.100.000 hectáreas de riego dedicadas a frutales sean regadas con alta eficiencia, pasando de un 35% a un 85-90%. Este es un proceso dinámico con tendencia a continuar mediante un esfuerzo de carácter público-privado, realizado en el contexto de la Ley de Fomento de la Inversión Privada en Obras menores de riego y drenaje, hoy ampliada a obras medianas.

La demanda minera, cuyo principal consumidor es el cobre, ha aumentado drásticamente la eficiencia de uso del agua. En la producción de óxidos pasó desde 1 m<sup>3</sup> de agua por tmt (tonelada de mineral tratado) a valores de 0,5 m<sup>3</sup> y 0,3 m<sup>3</sup> por tmt, en un periodo en que la ley media de cobre ha bajado.

De esta manera, la industria en general está aumentando la recirculación de sus aguas debido tanto a la escasez de agua como el costo del tratamiento de las aguas residuales.

El consumo urbano, por otro lado, aún tiene pérdidas del 25% a 35% en la red urbana de agua potable, pero está en una campaña de inversión para disminuir la pérdida. En los consumos residenciales, aunque hoy no es habitual la separación de las aguas grises de las aguas servidas, es una tendencia cada vez más necesaria.

Finalmente, la evacuación de aguas lluvias que, hasta la fecha, ha seguido un criterio de concentración de caudales para su vertido en cauces públicos, debido a inteligentes políticas públicas se está privilegiando la infiltración en sitio de estas aguas tanto a nivel

de instalaciones industriales como domésticas. El futuro uso masivo de este sistema irá devolviendo en forma progresiva la alimentación a las napas subterráneas, hoy casi sumidas con la canalización de aguas lluvias en vivienda y la pavimentación de calles, veredas y patios. Santiago con una superficie de 80.000 ha y una precipitación media de 250 mm/año, la infiltración se ha reducido en 150 mm/año, es decir un volumen 120 millones de metros cúbicos al año. Al mismo tiempo, ha aumentado los daños y riesgos de avenidas e inundaciones.

#### La cooperación público-privada

Esto constituye una herramienta eficaz en el financiamiento, construcción y operación de las obras. Las obras que se han construido a través de la Ley de Fomento a las Obras Menores en Riego y Drenaje han permitido hoy un ritmo de inversión de unos US\$120 millones al año, con aportes del gobierno y los particulares. La ampliación de la Ley de Obras Menores a Obras Medianas está llamada a dar sus frutos si se acompaña del destino de fondos y una simplificación burocrática de su ejecución en el estudio ambiental. Como alternativa, se encuentra la inversión a través de la modalidad de concesiones, que es una alternativa de la Ley 1.123 de Construcción de Obras Públicas de Riego con financiamiento estatal.

#### La regulación en embalses superficiales y subterráneos

Esto ya está comenzando a ser un hecho en el país, mediante el empleo de la recarga artificial a gran escala por iniciativa de las Juntas de Vigilancia en el uso de las aguas subterráneas y la construcción por el Estado de los embalses superficiales. El uso combinado y complementario de los DAA superficial y subterránea constituye la principal herramienta de ade-

cuación de la oferta y la demanda de agua en cada una de las diferentes cuencas de Chile.

Por ejemplo, en el río Diguillín en la VIII Región, la Junta de Vigilancia mediante la apertura controlada de los canales en invierno, provoca la infiltración del acuífero, el cual emplea los pozos de APR y posteriormente en el aumento de los caudales de las vertientes de aguas abajo en primavera y verano.

En la tercera Sección del río Aconcagua, este mismo procedimiento aplicado a la red de 500 km de canales ha hecho posible la infiltración de 40 y 60 Hm<sup>3</sup>/año en los últimos años de sequía, volumen que se aprovecha por la cobertura real de 2.200 pozos profundos existentes en la misma área.

#### El desequilibrio regional de las demandas y recursos de agua

El desequilibrio estacional de las demandas y recursos de agua debe ser gestionado mediante la construcción de embalses superficiales y el empleo de los embalses subterráneos. Todo este conjunto conforma la infraestructura de riego de un determinado río o sección de este. La gestión consiste en guardar las aguas de las épocas de invierno (baja demanda) en los embalses superficiales y subterráneos, para ser empleados en los meses de mayor demanda.

La siguiente tabla ilustra los recursos hídricos en Chile que tienen potencial para aprovecharse de una manera distinta a la actual:

#### Recursos Hídricos en Chile y su uso entre las XV a IX regiones<sup>5</sup>

› TABLA 1.7

REGIONES	ESCORRENTÍA SUPERFICIAL 99.886 HM <sup>3</sup> /AÑO <sup>6</sup>			RESERVAS SUBTERRÁNEAS <sup>11</sup>	
	USO AGRÍCOLA <sup>8</sup>	USO AGUA POTABLE <sup>9</sup>	USO MINERÍA <sup>10</sup>	AGUA VERTIDA AL MAR <sup>7</sup>	
XV, I y II	386	73	222	112	400.000
III y IV	1.237	57	101	371	15.000
V, VI y RM	7.025	752	144	7.849	50.000
VII, VIII y IX	7.803	184	0	73.570	S/I
<b>TOTAL</b>	<b>16.451</b>	<b>1.066</b>	<b>467</b>	<b>81.902</b>	<b>465.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

5. Elaboración propia.

6. Corresponde a la suma de agua vertida al mar y total usos de agua.

7. Red Hidro-meteorológica, Fluviometría, DGA, 2017.

8. Censo Agropecuario y Forestal, INE, 2007.

9. Informe de Gestión del Sector Sanitario, SISS, 2015.

10. Informe Consumo Agua en Minería, Sonami, 2015.

11. Elaboración propia.



### La seguridad de abastecimiento de la demanda

Esta exigencia genera en Chile una de las mayores inversiones actuales y futuras. El problema de las sequías junto con el cambio climático hace que no se disponga de recursos en meses y años en que se genera la demanda. Esto queda en evidencia en el análisis de las escorrentías de los ríos en Chile, en que en las regiones del norte y principalmente del centro sur, gran parte del agua que se recibe en los meses de lluvia, no se puede emplear por falta de elementos de regulación. **VER TABLA 1.8**

La tendencia actual es la construcción de embalses superficiales, por ello existen un total de 12.941 Hm<sup>3</sup> distribuidos en los 26 principales embalses, de los cuales se desglosan en sus usos; 3 son para agua potable, 3 para generación, y 20 de riego y uso mixto de riego<sup>12</sup>.

La capacidad actual de embalses para riego en el país es de 4.000 Hm<sup>3</sup>, incluyendo 1.400 Hm<sup>3</sup> de la Laguna del Maule, que es un volumen normal que pocas veces se puede disponer para riego, por lo que la cifra más real de volumen de embalses es 2.600 Hm<sup>3</sup>, es muy pequeña tanto en relación con los DAA Superficiales concedidos de 9.330 Hm<sup>3</sup>/año como con los vertidos al mar de 50.000 Hm<sup>3</sup>/año hasta la VIII Región.

En agua subterránea existe un volumen almacenado de 65.000 Hm<sup>3</sup> entre la III y VI regiones. Además, hay 14.280 Hm<sup>3</sup>/año otorgado a la fecha en derechos de aprovechamiento subterráneo<sup>13</sup>. De esta manera, la mejor combinación de los derechos otorgados con las capacidades de almacenamiento, permiten abastecer varias veces la demanda anual de 20.353 Hm<sup>3</sup>/año.

12. Boletín N° 473, Estado de Embalses, DGA, septiembre 2017.

13. Atlas del Agua, Tabla 4.10, DGA, 2016

**Caudales en desembocadura al mar de los ríos de Chile hasta VIII región. Caudales Medios en m<sup>3</sup>/s**  
> TABLA 1.8

RÍO	FDO. SANTIBAÑEZ	E. CELEDÓN S.	Q <sup>(1)</sup>		REGIÓN
			PEÑA 1993	ADOPTADO	
	2016	2007	2016	2017	
Lluta	1,54		1,4	1,0	I
San José	0,0		0,0	0,5	I
Loa	0,36		0,6	0,2	II
Copiapó	0,1	3,0	0,1	0,0	III
Huasco	1,5	4,3	1,7	1,5	III
Elqui	2,48		1,0	2,0	IV
Limarí	2,40	6,7	7,5	2,4	IV
Choapa	8,1	12,4	12,8	8,0	IV
Aconcagua	22,13	41,8	30,0	30,0	V
Maipo	97,96	107,0	100,0	100,0	RM
Rapel	174,0	221,0	174,0	170,0	VI
Maule	469,45	588,0	569,0	500,0	VII
Biobío	924,7	761,0	1.000,00	750,0	VII
<b>TOTAL</b>	<b>1.704,68</b>	<b>1.748,82</b>	<b>1.898,10</b>	<b>1.565,90</b>	<b>PAÍS</b>

(1) Elaboración propia, trata de incorporar el factor sequía en el futuro. Una precisión de esta cifra será producto del Sistema de Mediciones que se adopte.

**El desequilibrio estacional de las demandas y recursos de agua debe ser gestionado mediante la construcción de embalses superficiales y el empleo de los embalses subterráneos. La tendencia actual es la construcción de embalses superficiales, por ello existen un total de 12.941 Hm<sup>3</sup> distribuidos en los 26 principales embalses.**



**Embalse Puclaro, Valle del Elqui**  
12 de Agosto, 2010.

# Situación actual y diagnóstico

## Progreso de brecha 2016–2025

En esta subsección se procede a estimar, a partir del ICD 2016–2025, el avance de la inversión en los dos años siguientes desde diciembre de 2015 hasta diciembre de 2017.

Se ha tomado para esta estimación, en consecuencia, los valores de inversión proyectada correspondiente a 20% de la proyección a 10 años, que equivalen también al 40% de la proyección a 5 años en las Tablas que contienen ambos valores.

Los valores indicados se han comparado con los valores de la ejecución presupuestaria de las Dirección de Obras Hidráulicas, Comisión Nacional de Riego y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios correspondientes a los años 2016 y 2017. Respecto de las inversiones sanitarias, los valores provienen del Informe de Gestión del Sector Sanitario 2016 de la SISS.

### Totales Brecha 2018 respecto 2016. Inversión proyectada/efectiva, millones de US\$

> TABLA 1.9

	PROYECCIÓN 2016	DOS AÑOS, 2016-2017 EFECTIVO
Infraestructura para riego	568	96
Sanitario urbano	1.100	652
Sanitario rural	410	286
Aguas lluvias, ríos y aluviones	430	216
<b>TOTALES</b>	<b>2.508</b>	<b>1.250</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

## Demanda de recursos hídricos

La demanda de recursos hídricos que se encuentra en el Atlas del Agua de la DGA alcanza a 645,4 m<sup>3</sup>/s equivalentes a 20.233 Hm<sup>3</sup>/año de acuerdo con el siguiente detalle:

Demanda Agrícola	16.512 Hm <sup>3</sup> /año
Demanda de Agua Potable	1.719 Hm <sup>3</sup> /año
Demanda Industrial	1.375 Hm <sup>3</sup> /año
Demanda Minera	627 Hm <sup>3</sup> /año
<b>DEMANDA TOTAL</b>	<b>20.233 Hm<sup>3</sup>/AÑO</b>

A este valor hay que sumar la demanda ecológica o medioambiental, que no se encuentra dimensionada, siendo esta una tarea urgente para establecer los reales caudales disponibles en cada uno de los ríos. Estas deman-

das, al igual que la de energía hidroeléctrica, no son consuntivas. Lo único que afecta a la cuenca es el lugar en que se pueden usar las aguas dentro de cada uno de los ríos.

### Demanda Estimada de Agua por Sector Económico

Fuente: Atlas del Agua.

> GRÁFICO 1.1

MACROZONA	REGIÓN	AGROPECUARIO	AGUA POTABLE	INDUSTRIAL	MINERO	TOTAL (M <sup>3</sup> /s)
Norte	XV	3,7	1,0	0,3	0,0	4,9
	I	5,2	0,7	1,4	1,5	8,9
	II	3,3	1,7	1,3	6,3	12,5
	III	12,0	0,9	0,5	1,9	15,3
	IV	27,2	1,9	0,3	0,7	30,0
Centro	V	42,4	5,8	4,8	1,3	54,3
	RM	82,4	27,4	10,4	0,9	121,1
	VI	98,0	2,4	1,2	1,9	103,5
	VII	166,5	2,5	3,8	0,0	172,8
Sur	VIII	69,4	5,2	9,5	1,2	85,4
	IX	11,5	2,3	0,3	0,0	14,1
	XIV	2,2	1,0	1,6	0,0	4,9
	X	1,1	1,4	2,5	1,5	6,5
	Austral	XI	0,6	0,3	0,1	2,6
XII		1,1	0,4	5,9	0,2	7,6
<b>TOTALES</b>		<b>526,7</b>	<b>54,8</b>	<b>43,9</b>	<b>20,0</b>	<b>645,4</b>

50

### Demanda Estimada de agua por macrozona

Fuente: Atlas del Agua.

> GRÁFICO 1.2

MACROZONA	AGROPECUARIO	AGUA POTABLE	INDUSTRIAL	MINERO	TOTAL (M <sup>3</sup> /s)	
Norte	51,5	6,1	3,7	10,4	71,7	
Centro	389,3	38,2	20,2	4,0	451,7	
Sur	84,3	9,9	13,9	2,7	110,8	
Austral	1,8	0,7	6,0	2,8	11,3	
<b>TOTALES</b>		<b>526,7</b>	<b>54,8</b>	<b>43,9</b>	<b>20,0</b>	<b>645,4</b>

### Distribución del Agua a Nivel Regional

Fuente: Atlas del Agua.

> GRÁFICO 1.3

MACROZONA	REGIÓN	PERMANENTES Y CONSUNTIVOS		NO CONSUNTIVOS		TOTAL	
		L/s	%	L/s	%	L/s	%
Norte	XV	25.855	0,9%	8.391	0,0%	34.246	0,1%
	I	3.301	0,1%	1.069	0,0%	4.370	0,0%
	II	11.288	0,4%	14.219	0,0%	25.507	0,1%
	III	22.540	0,8%	6.176	0,0%	28.716	0,1%
	IV	98.162	3,3%	144.415	0,4%	242.577	0,6%
Centro	V	305.406	10,3%	236.124	0,6%	541.530	1,4%
	RM	261.720	8,8%	1.041.694	2,8%	1.303.414	3,3%
	VI	239.172	8,1%	1.620.553	4,4%	1.859.725	4,6%
	VII	425.691	14,4%	3.141.572	8,5%	3.567.263	8,9%
	Sur	VIII	464.150	15,7%	8.665.799	23,4%	9.129.949
IX		445.951	15,1%	5.710.330	15,4%	6.156.281	15,4%
XIV		121.541	4,1%	4.747.909	12,8%	4.869.450	12,2%
X		178.301	6,0%	5.316.543	14,4%	5.494.844	13,7%
Austral		XI	204.178	6,9%	6.328.141	17,1%	6.532.319
	XII	151.680	5,1%	65.842	0,2%	217.522	0,5%
<b>TOTAL</b>		<b>2.958.936</b>		<b>37.048.777</b>		<b>40.007.713</b>	

51

La infraestructura parcialmente ociosa son los canales que operan al 30 o 60% de su capacidad en muchos meses del año, porque no hay elementos de regulación y demandan, por lo tanto, una cantidad de agua para su empleo a plena capacidad. En Chile hay 4.000 canales aproximadamente entre los valles de los ríos Lluta y río Cautín, de manera que, si se dispone de embalses de regulación, ya se dispone de la infraestructura de conducción y distribución. Algunas cifras indicadas por el Ministerio de Obras Públicas establecen en 1.800.000 hectáreas la superficie que podría regarse en comparación con las 1.200.000 existentes hoy en día, en caso de disponer de elementos de regulación.

Del mismo modo la infraestructura correspondiente a los aproximadamente 52.500 pozos (Atlas del Agua, 2015) existentes en el país son capaces de extraer un volumen anual de 37.500 Hm<sup>3</sup>/año entre la XV y VIII regiones y de 26.000 Hm<sup>3</sup>/año entre la IX y XII regiones. La inversión en obras de captación está hecha en cuanto al pozo y en gran parte en el sistema mecánico de extracción. La limitante es la recarga natural de los acuíferos que no permite su uso intensivo durante todo el año. Por ello, es que la recarga artificial con las aguas superficiales vertidas al mar anualmente permitirá hacer un uso más intenso de esta infraestructura agregando un volumen adicional a cada valle.

## Oferta de recursos hídricos

### Caudales por río

La oferta de recursos hídricos está representada por los caudales (volúmenes) de agua que escurren por los diferentes ríos del país.

### Comparación del caudal medio anual con el caudal medio de los años 2013-2014 en 40 estaciones seleccionadas

> GRÁFICO 1.4

MACROZONA	REGIÓN	ESTACIÓN	CAUDAL ANUAL			RANGO CAUDAL (M <sup>3</sup> /s)	
			MEDIA	PROM. 2013-14	VAR (%)	MÍN.	MÁX.
Norte	XV	Río Lluta en Alcérreca	1,9	1,3	-32	0,5	17,9
	XV	Río Lluta en Panamericana	1,4	1,4	0	0,0	44,8
	XV	San José en Ausipar	1,1	1,0	-9	0,0	17,7
	I	Río Coscaya en Saitoco	0,1	0,1	0	0,0	0,8
	II	Río Loa en desembocadura	0,3	0,2	-33	0,0	7,3
	II	Río Loa antes de represa	0,6	0,6	0	0,2	3,9
	II	Río Loa en Chacance	0,9	0,9	0	0,2	7,3
	II	Río Loa en Finca	0,7	0,3	-57	0,1	23,0
	III	Río Copiapó en La Puerta	2,6	0,7	-73	0,4	26,6
	III	Río Huasco en Algodones	7,7	1,2	-84	0,4	91,7
	IV	Río Elqui en Algarrobal	11,2	3,0	-73	2,2	171,5
	IV	Río Grande en Las Ramadas	4,2	1,1	-74	0,7	53,7
	IV	Río Choapa en Cuncumén	9,6	3,0	-69	1,3	82,3
Centro	V	Río Sobrande en Piñadero	1,1	0,3	-73	0,1	13,6
	V	Río Alicahue en Colliguay	1,4	0,2	-86	0,1	24,6
	V	Río Aconcagua en Chacabuquito	33,1	16,1	-51	5,3	180,2
	RM	Estero Arrayán en La Montosa	1,6	0,6	-63	0,3	11,6
	RM	Río Mapocho en Los Almendros	6,3	2,4	-62	0,6	41,3
	RM	Río Maipo en El Manzano	117,2	74,0	-37	32,9	592,8
	VI	Río Cachapoal en Pte. Termas de Cauq.	89,0	58,0	-35	16,0	464,0
	VI	Río Tinguiririca en Bajo Los Briones	50,2	34,7	-31	9,7	205,9
	VII	Río Teno después junta con Claro	56,2	31,5	-44	8,9	220,8
	VII	Río Claro en Rauquén	83,6	69,2	-17	16,2	390,6
VII	Río Maule en Armerillo	252,0	183,0	-27	52,0	1.012,0	

Continúa

MACROZONA	REGIÓN	ESTACIÓN	CAUDAL ANUAL			RANGO CAUDAL (M <sup>3</sup> /s)	
			MEDIA	PROM. 2013-14	VAR (%)	MÍN.	MÁX.
Sur	VIII	Río Ñuble en San Fabián N° 2	100,3	84,2	-16	8,9	474,5
	VIII	Río Biobío en Rucalhue	412,0	340,6	-17	61,9	1.579,4
	IX	Río Cautín en Cajón	134,6	120,8	-10	16,1	533,4
	IX	Río Toltén en Teodoro Schmidt	559,1	526,6	-6	131,9	1.918,9
	XIV	Río Calle-Calle en Pupunahue	468,4	493,9	5	97,4	1.218,5
	XIV	Río Bueno en Bueno	354,8	228,6	-36	113,1	885,0
	X	Río Puelo en Carrera Basilio	641,0	663,0	3	206,5	1.722,6
	X	Río Grande en San Pedro	26,4	33,5	27	2,2	86,5
	X	Río Futaleufú antes junta río Malito	437,5	427,2	-2	162,5	964,0
	Austral	XI	Río Palena Bajo junta Rosselot	848,6	852,7	0	206,8
XI		Río Aysén en Puerto Aysén	548,0	519,1	-5	158,9	1.455,8
XI		Río Backer en Colonia	903,3	998,8	11	370,3	1.914,9
XI		Río Pascua en desague lago O'Higgins	629,0	658,4	5	305,6	1.126,7
XII		Río Las Chinas en Cerro Guido	8,1	8,3	2	0,4	41,0
XII		Río Serrano en desembocadura	395,5	464,6	17	49,1	1.218,8
XII	Río San Juan en desembocadura	18,9	17,0	-10	1,4	64,4	

Fuente: Elaboración propia a base de información DGA, diciembre 2014.

De esta oferta, hay una parte que se encuentra comprometida en DAA. otorgados superficiales consuntivos permanentes y eventuales, encontrándose una cantidad disponible para otorgar. De esta manera, de las regiones XV a VI no hay caudal para entregar como derechos permanentes, lo mismo que en las regiones IX y XIV.



**La demanda de recursos hídricos alcanza a 645,4 m<sup>3</sup>/s.**

## Resumen de la Oferta

> TABLA 1.10

Fuente: Elaboración propia y Atlas del Agua.

ZONAS	CAUDAL MEDIO RÍOS M <sup>3</sup> /S	CAUDAL SUPERFICIAL OTORGADO M <sup>3</sup> /S				Q DISPONIBLE M <sup>3</sup> /S PARA OTORGAR		VOLUMEN AGUA SUBTERRÁNEA M <sup>3</sup> /S	VOLUMEN VERTIDO AL MAR M <sup>3</sup> /S
		CONSUNTIVO		NO CONSUNT.		PERM	EVENTUAL		
		PERM	EVENTUAL	PERM	EVENTUAL				
XV a IV	42	107	54	148	26	0	0	78,5	15
V a VII	692	842	388	3.586	2.453	26	780	290,4	786
VIII a X	3.134	827	383	13.662	10.778	972	2.035	82,5	> 750
XI a XII	3.351	248	108	5.039	1.356	69	543	1,1	s/i
<b>TOTAL</b>	<b>7.219</b>	<b>2.024</b>	<b>933</b>	<b>22.435</b>	<b>14.613</b>	<b>1.067</b>	<b>3.358</b>	<b>452,8</b>	<b>-</b>

**La oferta del recurso hídrico que permita conocer su magnitud en el espacio y en el tiempo, a través de las estadísticas, es deficitaria en Chile. En particular, cuando se establece el volumen de agua que ingresa a una cuenca como también la que sale por un río hacia el mar.**



En el sector norte, entre las XV a IV regiones, el caudal otorgado en DAA Subterráneos es muy superior al caudal medio de los ríos, este se aplica en parte porque en el Valle del Río Copiapó se otorgaron 23 m<sup>3</sup>/s en derechos, en circunstancias que el caudal medio en La Puerta es de 2,6 m<sup>3</sup>/s. Esto es un caso excepcional dentro de Chile.

Al hacer un análisis detallado de cada grupo de regiones, comparando los caudales medios de los ríos con la suma de los derechos Permanentes, Continuos y Consuntivos, superficial más los subterráneos, se encuentran grandes inconsistencias, que ponen en evidencia la falta de mediciones en los ríos.

A pesar de tales inconsistencias se ha podido trabajar con ellos bajo el conocimiento de que existe abundancia de recursos que se han medido y que los DAA subterráneos otorgados no son sumables a los DAA superficiales y lo mismo sucede con los DAA no consuntivos. Además, estos últimos se entregan bajo la condición de no afectar los DAA existentes en ese momento, aspecto que se debe tener en cuenta al momento de hacer los balances.

En las regiones VIII a X, frente al caudal medio de los ríos de 3.134 m<sup>3</sup>/s y un caudal de

DAA Permanentes, Continuos y Consuntivos (PCC) y eventuales de 1.200 m<sup>3</sup>/s, solo se ha medido en vertidos al mar de 750 m<sup>3</sup>/s, lo que indica la diferencia de las medidas.

### Infraestructura existente

Un programa de inversiones a nivel de país o a nivel regional, para el caso de las obras hidráulicas, nace de la constatación de demandas no satisfechas hoy y su proyección a futuro. Lo anterior supone la existencia de información que permita, en cada caso, establecer el balance de oferta y demanda, y con esto, los superávit y déficit correspondientes.

En el caso de las demandas, estas se encuentran relativamente bien definidas para el corto plazo en los temas de agua potable y saneamiento, Hidroelectricidad, Minería y Agricultura. Sin embargo, las que se refieren al medio ambiente, y, en particular, al caudal ecológico, sólo existen declaraciones muy bien fundadas de su necesidad y conveniencia, pero no se ha traducido a cifras para ser incorporadas en un balance que lo establezca en un lugar específico y su variación en el tiempo.

El caudal ecológico es la necesidad de agua que permite mantener la vida acuática

tanto de flora como de fauna. Esto constituye una demanda de agua sobre el sistema que, para satisfacerla, se necesita precizarla en el tiempo y en el espacio en cada uno de los ríos del país. Esta demanda se expresaría en caudal, y, en parte, alícuotas para que el DAA que la sustenta sea compatible tanto con los DAA existentes como con las características hidrológicas del río.

La oferta del recurso hídrico que permita conocer su magnitud en el espacio y en el tiempo, a través de las estadísticas, es deficitaria en Chile. En particular, cuando se establece el volumen de agua que ingresa a una cuenca como también la que sale por un río hacia el mar. Las estaciones de aforos que deberían estar en la Alta Cordillera, la zona media del río, los afluentes de un cauce y las salidas al mar o las entradas a un salar en una cuenca endorreica, son insuficientes para atender a las necesidades actuales del país. La red hidrometeorológica del país se ha mantenido estancada en los últimos 30 o 40 años, en que el desarrollo del país está demandando una información de base adecuada para identificar las obras, decidir su construcción, calcular su magnitud y diseñarlas desde el punto de vista

de la ingeniería. Como hay obras que son imprescindibles hacerlas, se proyectan con los datos existentes y, en consecuencia, se construyen. Esto representa una ineficiencia en el uso de los recursos económicos y un mayor costo en la producción de bienes y servicios, lo cual afecta la competitividad del país. Esta deficiencia se trata de suplir con una mayor cantidad de estudios, pero que, al no contar con la información de base adecuada, todos repiten los mismos defectos.

El presente estudio no está ajeno a este problema. Sin embargo, las cifras que aquí se incluyen son las mejores aproximaciones que se han podido obtener, lo que obliga a tomar mayores factores de seguridad, que muchas veces no se pueden adoptar por el mayor costo de las obras que eso significa. Un ejemplo puede apreciarse en las obras hidráulicas de caminos, carreteras y autopistas; obras de evacuación de aguas lluvias y otras. Este panorama no puede ni debe inhibir la construcción, pero sí debe ser un aliciente para invertir en la medición, producción de datos, recopilación, análisis de estos, así como su publicación y difusión.

El objeto del presente estudio es el de actualizar la proyección de necesidades en

# 52.500 es la cifra aproximada de pozos que existe en Chile.

materia de infraestructura hídrica de 2018 a 2027, tomando como referencia el trabajo realizado en el año 2016 en el marco del concepto de Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD). Si bien es cierto el trabajo anterior abarcó el período 2016-2025 y el presente lo hará para el período 2018-2027, la necesidad se basa en incorporar las tendencias en la forma de gestionar las ofertas y las demandas hídricas con miras a incorporar las nuevas exigencias de la sociedad en materias medioambientales, así como las exigencias externas de los países receptores de nuestras exportaciones, especialmente mineras y agropecuarias, los que representan el 51% y el 10%<sup>14</sup> del total de estas, respectivamente. Existe un conjunto de disposiciones, que son variables en el tiempo con respecto a la cantidad y calidad de las aguas empleadas para su producción, que inciden en las demandas de agua. Los estragos causados por la sequía en Chile se pueden disminuir drásticamente con la existencia en cada cuenca de planes de emergencia preparados sobre la base de la infraestructura existente, evitando recurrir a costosas soluciones de camiones aljibes.

Las demandas se expresan en términos de cantidad y calidad de agua, así como en la capacidad de una gestión eficiente del recurso para la satisfacción de las demandas de agua potable y saneamiento, usos productivos, requerimientos ecológicos, turísticos y medioambientales. La gestión incorpora además de la eficiencia, la atención especial

a los acontecimientos extremos de inundaciones y episodios de sequías. En este sentido, los últimos 10 años han sido abundantes en ambos sucesos atribuibles al fenómeno del cambio climático. La lección aprendida es ocuparse de la prevención de los elementos dañinos de las catástrofes, y estar preparados para las sequías. La mayoría de los daños producidos por las inundaciones se deben a la existencia de infraestructura cuya ubicación y construcción no tuvo en cuenta el riesgo de crecidas y ello es válido tanto para obras viales, pueblos y ciudades.

La ausencia de antecedentes históricos sobre crecidas en algunas zonas es subsanable por medio de un adecuado análisis geomorfológico del lugar.

## A. Infraestructura de Extracción de Agua Subterránea

Estos pozos cuentan con sus DAA que suman cerca de 470 m<sup>3</sup>/s y están en todo el territorio nacional. Para tener una idea del volumen potencial a extraer desde los acuíferos se ha calculado como si operaran las 24 horas del día y los 365 días del año. Esto que representa un volumen de casi 15.000 Hm<sup>3</sup>/año, cifra que se entrega como referencia para poner de relieve la importancia de esta infraestructura. Un alto porcentaje dispone de instalación de bomba y energía eléctrica. Además, como existe una disposición que sanciona el no uso del agua y es un aliciente para la instalación del mecanismo de extracción.

14. Banco Central de Chile, Base de datos estadísticos, 2016.

## Cantidad de Pozos, por Región

> TABLA 1.11

ZONA	REGIÓN	NÚMERO DE POZOS	CAUDAL MEDIO ANUAL L/S *	CAUDAL MEDIO HM <sup>3</sup> /AÑO *
Norte	XV Arica y Parinacota	658	3.491	110
Norte	I Tarapacá	982	6.426	203
Norte	II Antofagasta	561	14.123	445
Norte	III Atacama	1079	28.381	895
Norte	IV Coquimbo	6.422	26.115	824
Centro	V Valparaíso	9.391	65.220	2.057
Centro	RM Metropolitana	7.017	116.950	3.688
Centro	VI O'Higgins	6.507	53.930	1.701
Centro	VII Maule	3.987	54.515	1.719
Sur	VIII Biobío	6.706	29.220	921
Sur	IX La Araucanía	4.194	18.110	571
Sur	XIV Los Ríos	2.899	11.590	366
Sur	X Los Lagos	1.492	23.598	744
Austral	XI Aysén	289	465	15
Austral	XII Magallanes	414	657	21
<b>TOTAL, NACIONAL</b>		<b>52.588</b>	<b>452.841</b>	<b>14.279</b>

Fuente: Atlas del Agua, 2015.

\*Se refiere a la capacidad de producción instantánea en l/s y volumen en Hm<sup>3</sup>/año para uso continuo.

De esta manera, se aprecia la existencia de esta infraestructura en cada región. El costo medio de un pozo de 60 metros de profundidad es del orden de \$24 millones, a lo que se suma la instalación mecánica y eléctrica de una cantidad similar, lo que hace un total de \$48 millones por cada pozo. Esto es equivalente a unos US\$80.000 cada uno y de US\$4.207 millones para los 52.588 pozos. Se puede asumir una inversión anual del orden del 5% de lo existente, lo que equivale a US\$420 millones en construcción y reacondicionamiento de pozos. Si US\$4.207 millones corresponden a una capacidad de extracción de 25.000 Mm<sup>3</sup>/año, el costo de instalación por m<sup>3</sup> de agua subterránea es de US\$ 0,17, equivalente a \$103, 16 veces menor a la construcción de un embalse superficial que es de US\$ 2,8/m<sup>3</sup> es decir \$1.710.

### B. Infraestructura de Embalses Superficiales

En el país existe un total de 26 principales lagunas susceptibles de usar para el riego y embalses superficiales, con una capacidad total de 12.941 Hm<sup>3</sup>.

La necesidad más importante que satisfacer en el presente y en los años venideros para el horizonte 2027, es la disponibilidad de elementos de regulación de agua, que permita almacenar en cada cuenca las escorrentías superficiales de las épocas de abundancia para su empleo en las épocas de escasez. De acuerdo con la tabla de la página siguiente y su análisis, la capacidad de embalses superficiales artificiales en el país alcanza a un volumen de 3.880 Hm<sup>3</sup> y el volumen de agua embalsada en los acuíferos subterráneos alcanza un total de 65.000 Hm<sup>3</sup> entre las regiones III y VII.

La oferta de agua superficial medida en los puntos más altos de las cuencas de la XV a la VII regiones en un año medio alcanza a 38.032

Hm<sup>3</sup>/año. En un año seco a nivel país con sequía drástica, la disponibilidad puede disminuir un 40% por lo que la oferta de agua entre la I y IX regiones, puede bajar a 22.819 Hm<sup>3</sup>/año.

Estas grandes cifras establecen que a nivel de país existiría agua para atender sequías severas, no obstante, la situación en cada región es diferente. Para esto, cuando no se disponga de embalses superficiales, se debe recurrir secuencialmente el empleo de las aguas subterráneas y después al empleo del agua de mar desalinizada.

Los tres embalses de generación y riego suman un total de 8.546 Hm<sup>3</sup>, y de ellos, Laja y Maule son lagunas que no se pueden rellenar con caudales naturales, quedando solo Colbún que puede considerarse mixto (1.544 Hm<sup>3</sup>). Los 3 embalses que son solo de generación, Rapel, Ralco y Pangué, suman 1.952 Hm<sup>3</sup>. En consecuencia, los que son solo para uso de riego alcanzan un volumen de 2.543,7 Hm<sup>3</sup>.

Además, si se suma la capacidad de Laguna del Maule, se llega a un volumen de embalse por riego del orden de 4.000 Mm<sup>3</sup>, cifra muy baja comparada con los caudales de escorrentía al mar de los ríos (59.500 Hm<sup>3</sup>/año), y con los volúmenes embalsados en acuíferos subterráneos (65.000 Hm<sup>3</sup>).

El programa de construcción de embalses superficiales publicado en 2016 asciende a 20 grandes embalses, con una capacidad de almacenamiento de 1.925 Hm<sup>3</sup>, y una inversión de US\$3.300 millones, de aquí al año 2025<sup>16</sup>.

### C. El Uso Conjunto de las Aguas Superficiales y Subterráneas

La recarga artificial de acuíferos es un complemento, el cual se anticipa a la construcción de embalses superficiales, y consiste en aprovechar los excedentes temporales de aguas superficiales en los meses de menor deman-

16. Plan Nacional de Embalses, DOH, enero 2016.

### Principales Embalses Superficiales Existentes

› TABLA 1.12

EMBALSE	REGIÓN	CAPACIDAD HM <sup>3</sup>	NIVEL ACTUAL HM <sup>3</sup> (AÑO 2017)	USO
Conchi	II	22,0	18,0	Riego
Lautaro	III	26,0	23,0	Riego
Santa Juana	III	166,0	162,0	Riego
La Laguna	IV	38,0	38,0	Riego
Puclaro	IV	209,0	208,0	Riego
Recoleta	IV	86,0	86,0	Riego
La Paloma	IV	750,0	587,0	Riego
Cogotí	IV	136,0	142,0	Riego
Culímo	IV	10,0	8,8	Riego
El Bato	IV	26,0	26,0	Riego
Corrales	IV	1.305,0	49,0	Riego
Aromos	V	35,0	36,0	Agua Potable
Peñuelas	V	95,0	8,6	Agua Potable
El Yeso	RM	220,0	116,0	Agua Potable
Rungue	RM	1,7	0,4	Riego
Convento Viejo	VI	237,0	222,0	Riego
Rapel	VI	695,0	571,0	Generación
Colbún	VII	1.544,0	1.097,0	Generación y Riego
Laguna del Maule	VII	1.420,0	278,0	Generación y Riego
Bullileo	VII	60,0	60,0	Riego
Digua	VII	225,0	225,0	Riego
Tutuvén	VII	22,0	19,2	Riego
Coihueco	VIII	29,0	28,0	Riego
Lago Laja	VIII	5.582,0	603,0	Generación y Riego
Ralco	VIII	1.174,0	679,0	Generación
Pangué	VIII	83,0	78,0	Generación
<b>Sub-total A. Potable</b>		<b>350,0</b>	<b>160,6</b>	<b>Agua Potable</b>
<b>Sub-total</b>		<b>1.952,0</b>	<b>1.328,0</b>	<b>Generación</b>
<b>Sub-total</b>		<b>10.639,7</b>	<b>3.880,4</b>	<b>Riego y Mixto</b>
<b>TOTAL</b>		<b>12.941,7</b>	<b>5.369,0</b>	

**Una capacidad total de 12.941 Hm<sup>3</sup> tienen las 26 principales lagunas susceptibles de usar para riego y embalses superficiales.**



da y mayor escorrentía de los ríos, para ser usados mediante extracción desde pozos en las épocas de mayor demanda.

Esto es una realidad que ha comenzado a imponerse en forma progresiva en diversos ríos de Chile impulsado por las Juntas de Vigilancia. Hay casos concretos de experiencia en el río Huasco, río Aconcagua y río Diguillín entre otros. La recarga artificial, requiere de tres elementos principales para que esta sea posible, a saber:

- Disponer de DAAs superficiales posibles de infiltrar.
- Disponer de un lugar físico para su infiltración mediante lagunas o pozos.
- Disponer de espacio no saturado del acuífero para poder guardar el agua.

En Chile una parte considerable de las aguas que se vierten al mar provienen de los DAA superficiales que sus dueños no pueden utilizar por no disponer de sitios para su almacenamiento. Estos derechos están identificados, son cuantificables en caudal y volumen y se conocen sus propietarios. El proceso de recarga genera un círculo virtuoso de gestión hídrica, haciendo posible la transferencia de volúmenes de agua entre usuarios a la manera como hoy en día se gestionan los embalses superficiales. Se estimula así la operación del mercado de los DAA para hacer más eficiente el empleo de los recursos hídricos del país.

Los sitios para infiltrar son múltiples, partiendo por hacer pequeñas lagunas en suelo propio desde sólo 0,5 hectáreas de superficie para percolar los caudales que no se usan, superficies que también tienen dueños, los cuales muchas veces coinciden con los poseedores de los DAA superficiales.

El tercer elemento (disponer de un espacio no saturado), requiere de un uso intensivo de las aguas subterráneas, más allá de los límites de la recarga media anual, para suplir la demanda en épocas de escasez y crear un espacio vacío en el acuífero que posteriormente pueda rellenarse. Ya existen algunas experiencias en el país que son dignas de replicarse y que se basan en una gestión realizada por las Juntas de Vigilancia, dejando abierto los canales en el invierno, en forma controlada, empleando la capacidad de infiltración que estos presentan. El uso más intenso de las aguas subterráneas aprovechando la infraestructura de pozos existentes permitirá en forma progresiva emplear la capacidad de regulación de los embalses subterráneos, empezando en la próxima sequía.

El gran impulso necesario en las obras hidráulicas para que se puedan aprovechar en los próximos 10 años estará dado por las obras de recarga artificial de los acuíferos. Asimismo, se desarrollará el control de calidad del agua, haciendo uso de la actual normativa existente y la que está en proceso de publicación referente a la contaminación difusa. La labor del Ministerio del Medio Ambiente es fundamental a la hora de prevenir la contaminación de las aguas.

Otra acción además del uso de los embalses superficiales y subterráneos corresponde al aumento de la eficiencia en el uso del agua, que tiene como efecto principal el ahorro de agua, así como otros efectos secundarios de mejorar la cantidad y calidad de la producción agrícola y la disminución de la contaminación difusa, por uso de pesticidas y fertilizantes. Hoy Chile ostenta un elevado standard de uso eficiente del agua al exhibir un 30% de su superficie regada con alta eficiencia de 80-90%, con una tendencia progresiva al aumento.

**Actualmente en el río Huasco, río Aconcagua y río Diguillín se realizan recargas artificiales de acuíferos. Esto permite aprovechar los excedentes temporales de aguas superficiales en los meses de menor demanda y mayor escorrentía de los ríos, para ser usados mediante extracción desde pozos en las épocas de mayor demanda.**



### Resumen oferta hídrica

A continuación, se resume la infraestructura hídrica de país a nivel de desarrollo hacia fines de 2017. Así, se consignan las principales características de la infraestructura hídrica a nivel regional.

### Resumen de Características Principales de las Regiones

> TABLA 1.13 (1)

N°	REGIÓN	HABITANTES (2015) <sup>(1)</sup>	PRINCIPALES RÍOS <sup>(2)</sup> (CUENCAS)	EMBALSES G.T. <sup>(2)</sup>	VOLUMEN EMBALSADO HM <sup>3</sup>	N° SERVICIOS APR <sup>(4)</sup>	PLANTAS DESALACIÓN
XV	Arica y Parinacota	239.126	5			26	2
I	Tarapacá	336.769	5			21	4
II	Antofagasta	622.640	10	1	22	14	21
III	Atacama	312.486	11	2	192	38	6
IV	Coquimbo	771.085	10	8	1.324	189	2
V	Valparaíso	1.825.757	8	2	130	158	-
RM	Metropolitana	7.314.176	2	2	222	102	-
VI	Libertador B.O'Higgins	918.751	2	2	932	220	-
VII	Maule	1.042.989	5	5	3.271	274	-
VIII	Biobío	2.114.286	9	4	6.868	194	-
IX	La Araucanía	989.798	3	-	-	217	-
XIV	Los Ríos	404.432	2	-	-	84	-
X	Los Lagos	841.123	7	-	-	171	-
XI	Aysén	108.328	9	-	-	36	1
XII	Magallanes y Antártica	164.661	13	-	-	10	-
<b>TOTALES</b>		<b>18.006.407</b>	<b>101</b>	<b>26</b>	<b>12.961</b>	<b>1.754</b>	<b>36</b>

[1] Proyección de la población para el 2015 según INE (2014), División Estudios y Planificación DGA.

[2] Embalses tamaño grande.

[3] Solamente principales ríos.

[4] Construidos por DOH.

G.T.: Gran Tamaño.

### Resumen de Características Principales por Región

> TABLA 1.13 (2)

N°	TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS	CANTIDAD DE POZOS	VOLUMEN ACUÍFEROS			VOLUMEN AL MAR
			SUSTENTABLE HM <sup>3</sup> /AÑO	DISPONIBLE HM <sup>3</sup> /AÑO	COMPROMETIDO HM <sup>3</sup> /AÑO	
XV	no hay	658	40	57	161	46
I	no hay	982	73	87	239	6
II	no hay	561	271	199	272	0
III	parcial	1.079	300	337	778	46
IV	parcial	6.422	344	578	735	384
V	*50%	9.391	432	663	1.649	930
RM	casi total	7.017	1.435	2.838	3.670	3.100
VI	parcial	6.507	637	1.634	1.473	5.270
VII	parcial	3.987	2.676	3.049	1.400	15.500
VIII	parcial	6.706	2.258	2.258	583	23.250
IX	parcial	4.194	2.676	2.676	433	sin info
XIV	parcial	2.899	1.843	1.843	318	sin info
X	parcial	1.492	3.085	3.085	529	sin info
XI	parcial	289	-	-	-	sin info
XII	parcial	414	-	-	-	sin info
		52.588	16.070	19.304	12.241	48.532

[3] Elaboración propia.

Fuente: Atlas del Agua.

## Plantas Desalinizadoras Existentes y en Proyecto

> TABLA 1.14

REGIÓN	NOMBRE	CAP.DESALACIÓN (L/S)	USO	ESTADO
XV	Planta Desaladora Arica	412,0	Agua Potable	En Operación
XV	Pampa Camarones	-	Cobre	En Operación
I	Bullmine	150,0	Yodo	Aprobado
I	Planta Desaladora Quebrada Blanca Fase 2	1.300,0	Cobre	Factibilidad
I	Comité Caleta Chanavayita	9,3	Agua Potable	En Operación
I	Eloisa	200,0	Yodo	Aprobado
II	Planta Desaladora Tocopilla	200,0	Agua Potable	En Calificación
II	Planta Desaladora RT Sulfuros	1.630,0	Cobre	En Calificación
II	Mantos de La Luna	8,7	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora Michilla	75,0	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora Esperanza	50,0	Cobre	En Operación
II	Agua Desalada Antucoya	20,0	Cobre	En Operación
II	Agua de Mar Encuentro	20,0	Cobre	En Construcción
II	Planta Desaladora Hornitos	4,3	Agua Potable	En Operación
II	Algorta	-	Yodo	Aprobado
II	Planta Desaladora Moly-Cop	4,3	Acero	Aprobado
II	Sierra Gorda	63,0	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora La Chimba	680,0	Agua Potable	En Operación
II	Planta Desaladora Sur Antofagasta	1.000,0	Agua Potable	Aprobado
II	Planta Desaladora Taltal	5,0	Agua Potable	En Operación
II	Planta Coloso	525,0	Cobre	En Operación
II	Ampliación Planta Coloso	2.500,0	Cobre	En Construcción
II	Agua de Mar Lomas Bayas	-	Cobre	Factibilidad
II	Paposo	1,4	Agua Potable	En Operación
II	Spence	800,0	Minería	En Calificación
II	Las Cenizas Taltal - Las Luces	9,3	Cobre	En Operación
II	Planta de Osmosis Inversa	4,6	Industrial	En Operación
III	Diego de Almagro	-	Cobre	Factibilidad
III	Abastecimiento de Agua Desalada Manto Verde	120,0	Cobre	En Operación

Continúa

REGIÓN	NOMBRE	CAP.DESALACIÓN (L/S)	USO	ESTADO
III	Planta Desaladora Cerro Negro Norte	600,0	Hierro	En Operación
III	Planta Desaladora Bahía Caldera	95,6	Agua Potable	En Calificación
III	Planta Desalinizadora Minera Candelaria	300,0	Cobre	En Operación
III	Planta Desalinizadora de Agua de Mar	1.200,0	Agua Potable	En Calificación
IV	Proyecto Dominga	450,0	Hierro	Factibilidad
IV	Comité de APR Chungungo	5,6	Agua Potable	En Operación
XI	Islas Huichas	2,8	Agua Potable	En Operación
<b>TOTAL</b>		<b>12.445,9</b>		

En particular:

- La cantidad de pozos expresa por una parte la existencia de infraestructura para el empleo de los embalses subterráneos y por otra parte los volúmenes que se pueden extraer conforme a los derechos otorgados.
- Los volúmenes acuíferos se han distinguido entre sustentables, disponibles y comprometidos corresponde al criterio expresado por la DGA en el Atlas del Agua. El concepto de sustentable corresponde a la disponibilidad de agua según la recarga natural. El disponible es la suma de los volúmenes sustentables y provisorios, estos últimos se han otorgado como un porcentaje de los anteriores condicionados a la respuesta del acuífero y los comprometidos corresponde a todos los DAA constituidos.
- El volumen vertido al mar corresponde a elaboración propia sobre la base de estudios privados anteriores y de estadística de caudales de los ríos en desembocaduras o su cercanía a los de la DGA.
- Finalmente, se hace mención de un catastro que identifica el total de las plantas desalinizadoras en operación y en cartera de acuerdo con su uso.



**Hoy Chile ostenta un elevado estándar de uso eficiente del agua al exhibir un 30% de su superficie regada con alta eficiencia de 80-90%, con una tendencia progresiva al aumento.**

# Requerimientos y cuantificación de la brecha 2018-2027

## Inversión en Obtención de Información

Tal y como se ha expresado en otros capítulos de este informe, la idoneidad y rentabilidad de la inversión hídrica depende básicamente de la cantidad, calidad y longitud en el tiempo de la información, entendiendo para ello, datos de las variables hidrológicas y de su empleo. El proceso de información comprende varias etapas consecutivas que son la medición, recopilación y envío de datos, análisis y sistematización, almacenamiento y divulgación.

Desde el punto de vista legal, en la actualidad todo ello recae en la DGA del MOP, sin embargo, el déficit de información existente se debe en gran parte, a la falta de recursos con los que está dotada la DGA para ello. Por lo tanto, se debe encontrar alternativas para disponer de la información. Durante 2018, se promulgó una Ley de Fiscalización y Sanciones, que uno de sus puntos claves es la obligación de los usuarios de entregar información bajo apercibimiento de multas, disposiciones que tardarán muchos años en dar resultados, debido a que aún no se define el reglamento de aplicación de la ley ni tampoco los lenguajes de transmisión de los datos.

Adicionalmente, existe una gran cantidad de información histórica que es de gran valor, y que se encuentra en manos de empresas privadas, organismos públicos autónomos o no, la cual es imprescindible para el desarrollo del país. Por tanto, se debe invertir en establecer la manera de llegar a ella, mediante convenios económicos o de otra índole. La

### Existe un importante déficit de información que debe ser resuelto.

propia DGA dispone de un gran volumen de información asociada a las solicitudes de DAA, tanto de agua superficial como subterránea, estos últimos incluyen estratigrafía de pozos, pruebas de bombeo, que en el proceso de tramitación pasaron a ser públicos. Lo mismo sucede en la CNR con la abundante información acumulada en los Concursos de la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en más de 30 años de funcionamiento. Además, como resultado de los Plan de Alerta Temprana derivada de la Resolución de Calificación Ambiental de las aprobaciones medio ambientales, se ha centralizado en la DGA abundante información hídrica de calidad con registros extensos. Las OUA disponen de registros de caudales extraídos en cada uno de los canales de regadío, así como de la identidad de los usuarios de aguas y poseedores de los DAA. Esto amerita establecer convenios de cooperación entre la DGA Regional y las OUA en cada una de las regiones, y previo a ello establecer una adecuada comunicación, vínculos de confianza y transparencia. Esta fórmula no solo permitirá establecer las bases de datos necesarias, sino una mantención dinámica de la información con actualización autónoma.

## Inversión en Obras de Riego

Desde el año 1986, la CNR se encuentra administrando la Ley 18.450 que entrega aporte del Estado a los Proyectos de Riego y Drenaje presentados por particulares y OUAs. El proceso de selección es mediante concurso, en el cual los proyectos compiten por obtener el mayor puntaje, que se compone de tres valores relativos correspondientes al aporte solicitado, nuevas hectáreas equivalentes regadas y monto de la inversión.

- El mayor puntaje en aporte solicitado lo obtiene el proyecto que pide menos subsidio.
- El mayor puntaje en superficie regada es el que tiene mayor número de hectáreas.
- El mayor puntaje en costo lo obtiene el proyecto que tiene el menor valor en pesos.

Este sistema ha permitido en 32 años entre 1986 y 2017 beneficiar a un total de 515.067 personas, dentro de un universo de 22.487 proyectos aprobados con una inversión total entre aportes público y privado de US\$1.884 millones. La superficie equivalente de nuevo riego alcanza a 191.500 hectáreas. La superficie total tecnificada en los 32 años alcanzó a 317.850 hectáreas en todo el país.

Las cifras expuestas son muy significativas si se tiene en cuenta que la superficie total bajo riego es de 1.200.000 hectáreas. Ponen de manifiesto la eficiencia de un sistema de inversión en que se combina el esfuerzo pú-

blico y privado. Así, la evolución de los montos invertidos ha sido desde menos de US\$1 millón en 1986 hasta US\$127 millones en 2016.

La inversión total en obras menores es mayor porque se debe sumar la inversión realizada por cada usuario de OUA sin recurrir al subsidio de la Ley de Fomento. Por lo tanto, las cifras de US\$125 millones/año se considera un piso.

Con respecto a la proyección futura en cuanto a inversión, no existen estudios disponibles, pero se puede suponer que será mayor que la tendencia histórica debido a la necesidad de aumentar la eficiencia del uso del agua frente al cambio climático y los episodios de sequía.

En el año 2013, se modificó la Ley 18.450 con el fin de ampliarla a obras con un costo máximo de 250.000 UF cada una, con el fin de incentivar la inversión privada en obras de transvase, embalses de acumulación, infiltración de acuíferos y sistemas de medición, control y gestión a nivel de cuencas. Al mismo tiempo, se integró a esta ley la construcción de mini centrales hidroeléctricas y la construcción de plantas generadoras con energía eólica y solar. Esta nueva herramienta está llamada a producir un aumento considerable de la inversión público-privada, de bajo costo y de gran eficiencia y rentabilidad.

El presupuesto de la CNR para el año 2018 asciende a la suma de \$61.000 millones, de los cuales \$46.000 millones a Obras menores para pequeña agricultura y solo \$15.000 millones para obras medianas.

Ley de fomento a la inversión Privada en Obras Menores de Riego – Cifras de Inversión 1986-2016

> TABLA 1.15

AÑO	Nº DE PROYECTO	Nº DE BENEFICIARIOS	INVERSIÓN TOTAL MM\$	VALOR DÓLAR PROMEDIO AÑO	INVERSIÓN EN MM\$	MM\$ BONIFICADAS	SUP. TECNIFICADA (HA)	SUP. EQUIVALENTE NUEVO RIEGO (HA)	SUPERFICIE FÍSICA HECTÁREAS
1986	32	399	262		0,86	146	46	217	89.046
1987	97	386	1.536		5,06	958	1.136	1.378	30.537
1988	233	1.717	4.046		13,35	2.179	2.193	2.465	140.649
1989	134	438	3.048		10,05	1.476	1.694	1.182	5.775
1990	256	2.746	4.110	470,73	8,73	1.951	1.145	3.239	34.648
1991	302	4.482	5.997	515,13	11,64	2.599	1.915	2.743	63.553
1992	443	17.788	9.048	362,57	24,96	5.047	1.916	3.048	164.931
1993	263	2.432	6.775	404,16	16,76	2.781	2.908	3.185	18.407
1994	340	7.666	11.545	420,17	27,48	6.398	2.770	3.896	62.740
1995	430	8.602	12.883	396,77	32,47	7.545	2.594	3.351	51.984
1996	300	6.944	12.332	412,26	29,91	7.388	3.187	2.722	41.981
1997	421	8.034	16.160	419,3	38,54	8.518	6.900	3.775	33.576
1998	476	14.402	17.616	460,28	38,27	9.737	4.829	7.730	86.890
1999	750	8.553	24.662	334,41	73,75	13.569	11.549	7.815	79.260
2000	701	15.299	27.715	517,82	53,52	16.809	9.348	8.402	105.781
2001	991	29.734	33.466	585,05	57,20	20.915	14.262	6.642	269.402
2002	866	25.494	31.569	688,93	45,82	20.835	9.546	5.056	269.436
2003	920	11.361	32.922	691,39	47,62	20.742	13.811	4.782	80.786
2004	746	16.670	31.142	609,52	51,09	21.478	10.545	4.755	111.110
2005	772	14.538	35.318	559,76	63,09	23.913	11.928	5.321	119.333
2006	751	26.899	34.440	530,27	64,95	23.503	11.842	8.210	246.117
2007	1.009	20.643	45.300	522,46	86,71	29.070	15.936	7.268	146.824
2008	1.323	26.359	64.905	522,46	124,23	40.227	24.558	9.127	270.117
2009	845	25.850	43.960	559,61	78,55	28.900	13.737	6.024	214.600
2010	899	42.263	52.786	510,24	103,45	34.855	14.307	6.003	633.332
2011	1.216	31.313	63.381	483,66	124,03	37.750	23.452	14.314	365.160
2012	1.051	16.868	62.757	486,49	125,49	40.197	22.364	13.645	348.723
2013	927	30.226	62.298	495,31	121,81	41.841	17.266	12.370	650.005
2014	1.118	20.452	70.214	570,37	118,77	47.165	20.223	11.786	532.345

Continúa

AÑO	Nº DE PROYECTO	Nº DE BENEFICIARIOS	INVERSIÓN TOTAL MM\$	VALOR DÓLAR PROMEDIO AÑO	INVERSIÓN EN MM\$	MM\$ BONIFICADAS	SUP. TECNIFICADA (HA)	SUP. EQUIVALENTE NUEVO RIEGO (HA)	SUPERFICIE FÍSICA HECTÁREAS
2015	1.774	29.629	87.790	654,07	134,22	63.141	15.670	9.387	536.323
2016	1.204	31.184	85.989	676,93	127,03	61.241	16.215	9.171	538.449
2017	987	15.716	34.991	640,67	54,62	25.922	8.339	2.527	453.175
<b>TOTALES</b>		<b>515.087</b>			<b>1.914,03</b>				<b>6.794.995</b>

Superficie Tecnificada 1986-2006- MM US%- Millones de Dólares  
El valor del dólar de cada año corresponde al promedio de los valores mensuales. Esto proviene de la página web de SII.  
Fuente: CNR.

**CNR-Programa de Obras Medianas**

Además del programa elaborado para las Obras Menores, la Ley 18.450 fue ampliada en cuanto a su cobertura para atender la demanda de obras medianas cuyo costo fuera mayor de 15.000 UF y menor de 250.000 UF.

En enero del año 2017, hubo cuatro llamados para concursos en Obras Medianas, con presupuesto de US\$23,8 millones. Como puede apreciarse, el monto total destinado a estos proyectos de obras medianas es muy bajo, en relación con los costos de las obras. Se estima necesario que por parte de la CNR se haga una prospección de los posibles proyectos a presentar por el sector privado, con el objeto de ajustar los valores destinados en el presupuesto del año anterior, para representar la realidad de la demanda. Al mismo tiempo se propone analizar una ampliación de los estudios de impacto ambiental y la tramitación de su aprobación con el fin de agilizar la aplicación de esta ley. La necesi-

dad de obras medianas, especialmente embalses superficiales de 5 a 20 Hm<sup>3</sup> de capacidad, hace indispensable el uso de esta ley para su construcción, lo que hace necesario también aumentar el límite superior del costo de las obras subsidiables. Ello permitirá la inversión Público-Privada en Obras Medianas de Riego mediante un sistema sencillo evitando los enormes plazos de construcción que hoy tienen los medianos y grandes embalses.

El crecimiento económico del país y las mejoras tecnológicas permiten establecer este aliciente para la participación del sector privado. Se ha observado que la construcción de grandes embalses se ha visto retardada por problemas, entre otros, autorizaciones ambientales, oposición de grupos interesados, problemas de territorio, manejo de los montos de las inversiones, expropiaciones e interferencias con obras existentes. Estos problemas son menores o inexistentes en el caso obras de menor tamaño.

**Autorizaciones ambientales, oposición de grupos interesados, problemas de territorio, manejo de los montos de las inversiones, expropiaciones e interferencias con obras existentes, figuran entre los mayores problemas que explican el retraso en la construcción de grandes embalses.**



## Disponibilidad de Agua para Embalsar

### Relación entre escorrentía y volumen de embalses de una cuenca

Existen una serie de índices que permiten conocer cuan regulada está una cuenca, es decir, que cantidad del agua que cae y escurre sobre ella, se emplea en ella misma o en otras vecinas. Uno de estos es la relación  $Q/W$  en que  $Q$  es el caudal medio anual en  $Hm^3$  y  $W$  es el volumen de embalse. Ello se compara con valores de otros ríos conocidos y se obtiene una idea del grado de avance en gestión hídrica de un país. Esta relación carece de significado cuando se trata de estudiar la necesidad o estado de las inversiones hídricas en un país en particular. Estas inversiones responden a la necesidad de cada país y cada cuenca en particular, las que dependen de la demanda insatisfecha y de la oferta hídrica.

En un país como Chile, en que la región XV casi no vierte caudal al mar, salvo en crecidas de verano, comparada con la VIII Región de Bio Bio que vierte 23.250  $Hm^3/año$ , existe una amplia gama de circunstancias y particularidades, por lo que se ha preferido tratar el tema en forma individual por cada región.

De esta manera, se caracteriza la Situación de los DAA por región, y así apreciar los DAA Superficiales Permanentes y continuos otorgados en  $Hm^3/año$ . Sin embargo, esta cifra debe ser depurada, debido a que no se sabe cómo se obtuvo el valor en l/s de las acciones de los diferentes ríos en que los derechos se encuentran otorgados en acciones. Hecha esta salvedad, los valores se emplearán porque provienen de la DGA y son los únicos que existen. **VER TABLA 1.16**

Los DAA Superficiales Permanentes Continuos suman una cantidad de 38.000  $Hm^3/año$  hasta la VIII Región y de 64.000  $Hm^3/año$  hasta la XII Región. Los DAA que suman 12.600  $Hm^3/año$  hasta la VIII Región y 14.300  $Hm^3/año$  hasta la XII Región, no son sumables a los DAA Superficiales, porque son dependientes del uso de las aguas superficiales y, a nivel de cuenca, las aguas son a veces superficiales y a veces subterráneas, pero es el escurrir de la misma precipitación. Además, los derechos otorgados con cargo a la disponibilidad se han determinado en base a la ineficiencia del uso del agua superficial. No obstante, tanto las unas como las otras son indicadores de la capacidad de infraestructura existente para el empleo de las aguas ya sea mediante canales las aguas superficiales o bien mediante pozos con bomba de extracción las aguas subterráneas.

Esta inversión en infraestructura es la que hace posible el uso de las aguas en una cuenca, y constituye el mayor capital existente en relación con la gestión de los recursos hídricos avaluado en una primera aproximación en unos 75.000 millones de dólares según una estimación de la Confederación de Canalistas de Chile. En consecuencia, es evidente que en Chile lo que falta es disponer de embalses de regulación para aprovechar el agua que hoy se vierte al mar.

De esta manera, se procede a caracterizar los volúmenes de agua disponible legalmente para entregar DAAs superficiales, tanto permanentes como eventuales. Los volúmenes medios anuales vertidos al mar deben ser perfeccionadas mediante la medición sistemática de estas en un total de 25 ríos. **VER TABLA 1.17**

### Situación de DAA por región hasta la XII región

> TABLA 1.16

REGIÓN	DAA OTORGADOS SUPERFICIAL P.C.C. <sup>(1)</sup>		DAA OTORGADOS SUBTERRÁNEOS P.C.C. <sup>(2)</sup>		DAA OTORGADOS EVENTUAL SUPERFICIAL CONTINUO <sup>(1)</sup>	
	M <sup>3</sup> /S	HM <sup>3</sup> /AÑO	M <sup>3</sup> /S	HM <sup>3</sup> /AÑO	M <sup>3</sup> /S	HM <sup>3</sup> /AÑO
XV	19	594	3,5	110	7	221
I	3	104	6,4	203	0	0
II	11	333	14,1	445	1	23
III	7	236	26,1	895	15	4765
IV	67	2.115	65,2	823	31	980
V	227	7.154	65,2	2.057	79	2.477
RM	183	5.786	117,0	3.688	78	2.467
VI	222	7.008	54,0	1.702	17	535
VII	210	6.611	54,5	1.719	216	6.814
VIII	255	8.050	29,2	921	209	6.588
<b>Subtotal de XV a VIII</b>	<b>1.205</b>	<b>37.991</b>	<b>398,4</b>	<b>12.563</b>	<b>653</b>	<b>20.581</b>
IX	355	11.202	18,1	571	91	2.861
XIV	84	2.654	11,6	366	37	1.179
X	133	4.193	23,6	744	46	1.445
XI	156	4.909	0,5	15	49	1.530
XII	92	2.894	0,7	21	60	1.890
<b>Subtotal de IX a XII</b>	<b>820</b>	<b>25.851</b>	<b>54,4</b>	<b>1.716</b>	<b>282</b>	<b>8.905</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.024</b>	<b>63.841</b>	<b>452,8</b>	<b>14.279</b>	<b>935</b>	<b>29.486</b>

P.C.C.: Permanente, Continuo y Consuntivo.

1) Según tabla 4.5 Atlas del Agua.

2) Según tabla 4.10 Atlas del Agua.

Fuente: Atlas del Agua.

## Disponibilidad Legal de Agua para Embalsar y Vertido al Mar

> TABLA 1.17

REGIÓN	DISPONIBILIDAD LEGAL AGUA SUPERFICIAL HM <sup>3</sup> /AÑO		VERTIDO AL MAR HM <sup>3</sup> /AÑO <sup>(4)</sup>	VOLUMEN DAA SUBT P.C.C. <sup>(3)</sup>	VOLUMEN OTORGADO DAA EVENTUAL SUPERFICIAL HM <sup>3</sup> /AÑO <sup>(5)</sup>
	PERM <sup>(1)</sup>	EVENT <sup>(2)</sup>			
XV	0	0	46	110	221
I	0	0	6	203	0,3
II	0	0	0	445	23
III	0	0	46	895	475
IV	0	0	384	823	980
V	0	132	930	2.057	2.477
RM	0	0	3.100	3.688	2.467
VI	0	567	5.270	1.702	535
VII	815	23.915	15.500	1.719	6.814
VIII	12.115	23.324	23.250	921	6.588
IX	109	4.924	s/i	571	2.861
XIV	0	4.210	s/i	366	1.179
X	18.415	31.722	s/i	744	1.445
XI	490	14.344	s/i	15	1.530
XII	1.687	2.790	s/i	21	1.890
<b>Subtotal VIII Región</b>	<b>12.929</b>	<b>47.938</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>33.631</b>	<b>106.510</b>	<b>48.532</b>	<b>14.279</b>	<b>29.486</b>

1) y 2) Tablas 4,17 y 4,18 del Atlas del Agua DGA.

3) Según tabla 4,10 Atlas del Agua.

4) Elaboración propia.

5) Según tabla 4,5 Atlas del Agua.

P.C.C: permanente; consuntivo y continuo.

s/i= Sin información.

Fuente: Atlas del agua Tablas 4.17 y 4.18.

**48.532 m<sup>3</sup>/año es la disponibilidad de agua vertida al mar hasta la VIII Región. Esta cifra es de gran relevancia, porque representa los volúmenes de agua susceptibles de ser embalsados en cada una de las cuencas.**

La cifra vertida al mar es de gran relevancia porque representa los volúmenes de agua susceptible de ser embalsados en cada una de las cuencas. Estos valores empiezan a ser relevantes a partir de la IV Región con 384 Hm<sup>3</sup>/año vertidos, de los cuales un alto porcentaje corresponde al río Choapa y de ellos parte se acumulará en el embalse Canelillo. Los otros valles ya disponen de embalses de acumulación, por lo que lo que queda por almacenar es poco, pero no por eso menos importante, dada la alta rentabilidad de sus cultivos debido a las condiciones climáticas.

En la V Región hay 930 Hm<sup>3</sup>/año vertidos al mar y corresponden al río Aconcagua, frente a una disponibilidad legal nula, por lo que estos tienen dueño. Por lo tanto, el empleo de las aguas subterráneas como elemento regulador debe ser realizado en conjunto con los DAA de aguas superficiales y subterráneas sean concedidos mediante una gestión en las Juntas de Vigilancia que se base en un monitoreo. Las otras fuentes de agua para la cuenca aparte del mayor empleo de los acuíferos provendrían de las

aguas servidas tratadas y depuradas, del agua de mar o de un trasvase desde el sur hacia el norte.

En la Región Metropolitana, hay 3.100 Hm<sup>3</sup>/año vertidos al mar y dado que la disponibilidad legal es cero, toda el agua vertida proviene de derechos concedidos. El agua se puede emplear tanto para acumular en embalses superficiales como para recarga artificial de acuíferos, mediante una gestión hídrica de la cuenca centrada en las Juntas de Vigilancia existentes, incorporando las Comunidades de Aguas Subterráneas a su jurisdicción, ya que las aguas de recarga provienen de DAA superficiales concedidos. Un caso especial de esta cuenca es la existencia de un caudal medio de 18 m<sup>3</sup>/s que proviene de aguas servidas y que están consideradas en el caudal y volumen de agua superficial otorgada en DAA a los usuarios de la 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> Sección del río Mapocho.

El volumen de agua subterránea extraíble de acuerdo con los derechos alcanza a 3.688 Hm<sup>3</sup>/año en un total de 7.017 pozos. Por lo tanto, los 3.100 Hm<sup>3</sup>/año, se pueden em-

plear para recarga artificial de acuíferos o bien para construir embalses superficiales o una combinación de ambos.

En la VI Región hay 5.270 Hm<sup>3</sup>/año vertidos al mar, los que provienen de DAA concedidos de carácter superficial, por lo que éstos podrían embalsarse en embalses superficiales o destinarse a recarga artificial o ambas cosas a la vez. Además, hay 535 Hm<sup>3</sup>/año de DAA Eventuales que se podrían otorgar para ser embalsados los que corresponden básicamente a la cuenca del río Nilahue.

En la VII Región hay 815 Hm<sup>3</sup>/año que pueden ser otorgados en DAA permanentes y 23.915 Hm<sup>3</sup>/año en forma eventual entre los ríos Mataquito y Maule. Todos ellos disponibles para la realización de recargas artificiales, embalses superficiales y/o trasvases para atender las demandas de la propia región o de las del norte.

En la VIII Región hay 12.115 Hm<sup>3</sup>/año de Derechos permanentes que pueden ser otorgados y 23.324 Hm<sup>3</sup>/año en derechos eventuales, ambos susceptibles de emplearse para recarga de acuíferos y/embalses superficiales. y/o trasvases para atender las demandas de la propia región o las del norte.

La disponibilidad física de agua para embalsar estaría dada en cada región por los caudales vertidos al mar. Ahora bien, sucede que entre las regiones XV y VI, los volúmenes vertidos son superiores a la disponibilidad legal, lo que implica que lo que se vierte proviene de DAA que no se pueden emplear por falta de elementos de regulación. Ello está indicando una demanda explícita de elementos de regulación, entre las regiones V, RM y VI de 9.300 Hm<sup>3</sup>/año, concentrada entre la V Región con 930 Hm<sup>3</sup>/año, la Región metropolitana con 3.100 Hm<sup>3</sup>/año y la VI región con 5.270 Hm<sup>3</sup>/año. Esta demanda se puede abastecer con nuevos embalses superficiales o con el empleo de los embalses subterráneos o ambas cosas a la vez.

Entre las VII y VIII regiones los vertidos al mar suman 38.750 Hm<sup>3</sup>/año y las disponibilidades legales alcanzan 11.400 Hm<sup>3</sup>/año en derechos permanentes y 38.442 Hm<sup>3</sup>/año en Derechos Eventuales. Esto significa que las cifras de vertidos al mar no serían correctas, ello debido a la falta de mediciones en varios ríos. Urge, por lo tanto, disponer de aforos en las desembocaduras de los ríos Maule, Mataquito, Biobío, Itata, Andalien, Lebu, Lleu-Lleu y Paicaví.

En la IX Región no se dispone de datos de vertidos al mar, pero según las tablas 4.17 y 4.18 del Atlas del Agua la disponibilidad legal es de 109 Hm<sup>3</sup>/año en derechos permanentes y 4.924 Hm<sup>3</sup>/año en derechos eventuales. Llama la atención que los ríos Imperial y Toltén se encuentren agotados, lo que se explicaría por los DAA ya otorgados los que alcanzan a 11.100 Hm<sup>3</sup>/año permanente y 2.860 Hm<sup>3</sup>/año eventuales.

En resumen, de este capítulo, surge como la principal necesidad de inversión, la implantación de un adecuado sistema de medidas de caudales en diferentes sectores de cada uno de los ríos para comprobar y dimensionar las excedentes que se vierten al mar ya sea procedentes de DAA otorgados que no se pueden usar por falta de elementos de regulación, como por caudales que pueden ser otorgados por haber disponibilidad legal. Un sector muy demandante de DAA, es el medio ambiente. El momento es óptimo para que el fisco determine los caudales y/o volúmenes que se requiere en cada río, para caudal ecológico y otras necesidades medioambientales.

En total de las necesidades de inversión en embalses superficiales o subterráneos en las regiones XV a IV de 771 Hm<sup>3</sup>/año. Entre las regiones V y VIII, incluyendo la RM, hay un volumen disponible de 48.050 Hm<sup>3</sup>/año para su empleo mediante regulación.

Entre las regiones IX y XII no se conoce el vertido al mar, pero existe una disponibilidad legal para otorgar derechos de 20.701 Hm<sup>3</sup>/año permanentes y 53.065 Hm<sup>3</sup>/año eventual.

Equipo: US\$3.200 por pozo.  
Monitoreo: US\$800 año por pozo.  
Hm<sup>3</sup> = millones de metros cúbicos.  
Fuente:  
Elaboración propia.

Entre las regiones XV y la VI, los volúmenes vertidos son superiores a la disponibilidad legal, lo que implica que lo que se vierte proviene de DAA que no se pueden emplear por falta de elementos de regulación.

### Inversiones para la Utilización de los Embalses Subterráneos

Una vez establecida la disponibilidad legal de agua, y la disponibilidad física de esta agua superficial para ser embalsada, es necesario analizar la forma de acumularla, esta puede ser en embalses superficiales, de los cuales da cuenta este informe, tanto en proyecto como en construcción y además analizar su posible uso inmediato empleando los embalses subterráneos. El cuadro indica para cada región el número de pozos existentes, el caudal otorgado en derechos de aprovechamiento y el volumen anual extraíble en cada región. Además del costo de monitoreo en inversión inicial como en costo anual.

### Inversión en Monitoreo de Agua Subterránea y Costo Anual del Monitoreo

› TABLA 1.18

REGIÓN	INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE			COSTO DE GESTIÓN	
	DAA SUBTERRÁNEO HM <sup>3</sup> /AÑO	VOLUMEN VERTIDO AL MAR HM <sup>3</sup> /AÑO	Nº POZOS	INVERSIÓN DE INSTALACIÓN MONITOREO MILLONES US\$	COSTO ANUAL MONITOREO
XV	110	46	658	2,1	0,5
I	203	6	982	3,1	0,8
II	445	0	561	1,8	0,4
III	895	46	1.079	3,5	0,9
IV	823	384	6.422	20,6	5,1
V	2.056	930	9.391	30,1	7,5
RM	3.688	3.100	7.017	22,5	5,6
VI	1.702	5.270	6.507	20,8	5,2
VII	1.719	15.500	3.987	12,8	3,2
VIII	921	23.250	6.706	21,5	5,4
<b>TOTAL</b>	<b>12.562</b>	<b>48.532</b>	<b>43.310</b>	<b>138,6</b>	<b>34,6</b>

El volumen extraíble en los acuíferos de la XV a la VIII regiones según derechos de alcanza a 12.562 Hm<sup>3</sup> para bombeo continuo de 8.760 hora/año. El volumen mínimo vertido al mar es de 48.500 Hm<sup>3</sup> aproximadamente, cifra que se considera parcial y que requiere precisarse. Con los vertidos al mar, se puede recargar y permitir el empleo de todos los pozos existentes, todas las horas del año durante cinco años. Esto se da solo como referencia para indicar la enorme posibilidad de uso sustentable de las aguas subterráneas.

En las regiones XV y III, una explotación intensiva de los DAA subterráneos concedidos no es posible, porque no hay recurso disponible para recargar. De esta manera, cualquier extracción debe seguir normas estrictas de gestión por parte de las OUA. Los volúmenes concedidos alcanzan a 1.653 Hm<sup>3</sup>/año y los vertidos al mar suman 100 Hm<sup>3</sup>/año. Por lo tanto, lo más importante es la inversión que se ha hecho en infraestructura de pozos y el conocimiento de los embalses subterráneos. En la actualidad, el bombeo se sostiene con las infiltraciones en ríos, predios y canales, pero esto no es extrapolable al futuro.

En la IV región existe una especie de equilibrio, pero los recursos para recargar sólo provienen del río Choapa, que está al sur de la zona. Luego, cualquier explotación intensiva de agua subterránea debe ser sobre la base de importación de agua desde el sur.

En las regiones V y Metropolitana, la capacidad de extracción de DAA subterránea son mayores que los volúmenes recargables, por

lo que igual se debe gestionar en cada caso, para adecuar el número de horas de bombeo al año. Así, es urgente la necesidad de integrar en las Juntas de Vigilancia la gestión del agua subterránea a través de la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub). Ello porque la recarga actual de los acuíferos proviene de la ineficiencia del uso de las aguas superficiales.

En las regiones VI a la VIII, los volúmenes extraíbles de aguas subterráneas son muy inferiores a las vertidas al mar, 2.640 Hm<sup>3</sup> versus 38.750 Hm<sup>3</sup>/año, por lo tanto, se puede intensificar el uso del agua subterránea en hasta 10 veces.

De esta manera, es imprescindible el monitoreo del uso de las aguas subterráneas en todo el país. Una primera aproximación del costo de la inversión en equipos de medida para los 43.310 pozos de la XV a la VIII regiones es de US\$140 millones, y la operación anual alcanza a US\$35 millones.

El costo de extracción de 1 Hm<sup>3</sup> de agua subterránea, considerando un pozo de características media de 60 metros de profundidad y 30 l/s y 30 metros de sobreelevación alcanza \$23 por metro cúbico o US\$0,038/m<sup>3</sup>.

Los 12.562 Hm<sup>3</sup>/año tendrían un costo energético de US\$477 millones/año en bombeo continuo o de US\$160 millones por bombeo de 3.000 horas/año.

En resumen, el empleo de los embalses subterráneos, empleando la infraestructura de pozos existentes entre la XV y VII regiones, asciende a un costo de equipo de medición de US\$140 millones, un costo de monitoreo de

US\$35 millones al año y un costo de energía de US\$160 millones/año para la extracción de un volumen del orden de 4.000 Hm<sup>3</sup>.

#### Inversiones en Embalses Superficiales

En el país existe un total de 26 principales embalses superficiales y lagunas susceptibles de usar para el riego. Su capacidad alcanza a un volumen de 4.000 Hm<sup>3</sup> y el volumen de agua posible de embalsar en los acuíferos subterráneos alcanza un total de 65.000 Hm<sup>3</sup> entre las regiones III y VII.

La necesidad más importante es satisfacer, para el horizonte 2018-2027, la disponibilidad de elementos de regulación de agua, que permita almacenar en cada cuenca las escorrentías superficiales de las épocas de abundancia para su uso en las épocas de escasez.

La demanda total de agua anualmente en Chile alcanza a 645,40 m<sup>3</sup>/s (20.233 Hm<sup>3</sup>/año). Para cubrir las necesidades agrícolas (16.512,67 Hm<sup>3</sup>/año) Agua Potable (1.719,23 Hm<sup>3</sup>/año) Industrial (1.374,7 Hm<sup>3</sup>/año) y Minera (626,68 Hm<sup>3</sup>/año). La oferta de agua super-

ficial medida en los puntos más altos de las cuencas de la XV a la VII regiones en un año medio alcanza a 38.032 Hm<sup>3</sup>/año (elaboración propia, en base a estadísticas DGA).

En un año seco a nivel país con sequía drástica, la disponibilidad puede disminuir un 40% por lo que la oferta de agua, medida en los puntos más altos de las cuencas, entre la I y IX regiones, puede bajar a 22.819 Hm<sup>3</sup>/año.

Éstas grandes cifras, sin considerar las escorrentías de la cuenca intermedia y tampoco el crecimiento de la demanda, establecen que a nivel de país existiría agua para atender sequías severas, no obstante, la situación en cada región es diferente. Debido a esto, cuando no se disponga de embalses superficiales se debe recurrir secuencialmente al empleo de las aguas subterráneas y después al empleo del agua de mar desalinizada o bien al trasvase del sur al norte.

El crecimiento de la producción de la agricultura de alta rentabilidad está condicionado por la seguridad de riego, ya que se dispone de los demás factores necesarios.

**Una primera aproximación del costo de la inversión en equipos de medida para los 43.310 pozos de la XV a la VIII es de US\$140 millones, y la operación anual alcanza a US\$35 millones.**





**Programa MOP (DOH y CONCESIONES) de Embalses Superficiales Grandes**

Fuente: Elaboración propia.

> TABLA 1.19

Nº	REGIÓN	CUENCA	EMBALSE	HM <sup>3</sup>	SUPERFICIE, HA BENEFICIADAS	INVERSIÓN, MILES UF	INVERSIÓN, MILES UF ACTUALIZADOS	ESTADO DE AVANCE
1	15	Lluta	Chironta	17	1.232	2.708	2.708	DOH Construcción
2	15	Camarones	Umirpa	18	550	629	629	DOH Estudio
3	1	Camíña	Camíña	35	264	1.120	1.120	DOH Estudio
4	1	San José	Livilcar	10	0	2.545	2.545	DOH Estudio
5	4	Limarí	Rapel	14	1.973	1.093	1.093	DOH Estudio
6	4	Limarí	Valle Hermoso	20	1.500	1.746	1.746	DOH Construcción
7	4	Limarí	Murallas Viejas	50	2.485	2.370	2.902	Concesión Proyecto
8	4	Limarí	La Tranca	50	3.778	3.223	3.860	Concesión Proyecto
9	4	Choapa	Canelillo	170	15.000	4.648	4.648	DOH Estudio
10	5	Aconcagua	Aromos, ampliación	30	1.500	1.174	1.174	DOH Estudio
11	5	Ligua	Los Ángeles	16	2.160	3.763	4.639	Concesión Proyecto
12	5	Petorca	Las Palmas	55	3.281	3.200	3.880	Concesión Licitación
13	5	Aconcagua	Catemu	180	23.539	6.415	11.101	Concesión Licitación
14	5	Aconcagua	Pocuro Alto	100	13.000	8.120	8.120	DOH Estudio
15	5	Ligua	La Chupalla	56	2.186	2.745	2.745	DOH Estudio
16	6	Rapel	Bollenar					DOH Estudio
17	7	Mataquito	El Parrón	64	2.130	1.685	1.685	DOH Estudio
18	7	Itata	Zapallar	80	10.000	3.122	3.122	DOH Estudio
19	7	Itata	Punilla	625	20.800	12.799	9.410	Concesión Adjudicada
20	9	Cautín	Cautín	142	32.274	11.781	11.781	DOH Estudio
<b>SUMA</b>				<b>1.732</b>	<b>137.652</b>	<b>74.886</b>	<b>78.908</b>	<b>17</b>

17. 1UF=26798,14 31dic2017 1US\$ \$606 31 dic 2017; considera valores de presupuestos actualizados a dic 2017.

A este ítem debe agregarse US\$1.000 millones, cantidad igual a la estimada en la ICD 2016-2025, que corresponde a obras de captación, conducción y distribución, tales como el Canal de la Prosperidad y el regadío de Cuncumén, obras de trasvase de la Región Metropolitana a la V Región, y otras obras de embalse en nivel de perfiles, tales como los embalses en el río Lontué y embalses en la Segunda Sección del río Aconcagua. Resulta una inversión total de US\$5.984 millones.

**Programa de Embalses Medianos**

Cada vez es más difícil construir embalses grandes, por problemas ambientales, de oposición ciudadana, de interferencias con obras importantes y uso del territorio, por oposiciones en las expropiaciones y servidumbres, por el financiamiento concentrado que involucran, por las dificultades de conseguir las disponibilidades y derechos de agua, y otras situaciones. Todos estos aspectos resultan menos difíciles de abordar si son más pequeños. En primer lugar, los interesados involucrados son mucho menos y hay más espacio para solucionar conflictos y llegar a acuerdos, los interesados pueden ser los dueños de los roles y los DAA a los cuales van a servir los embalses, los financiamientos son menores y los riesgos de oposiciones durante la construcción son también menores, lo que se traduce en un menor plazo. Al ser más pequeños también se facilitan las obras de distribución del agua.

**Plan de Pequeños Embalses**

El Plan de Pequeños Embalses es una iniciativa comprometida por la Presidenta de la República en 2015, y se prevé como una política permanente. Contempla abordar 25 embalses, hasta el año 2017, que corresponde a la ejecución de 15 nuevos embalses pequeños distribuidos entre la IV y IX regiones, y la rehabilitación de 10 embalses existentes que se encuentran en malas condiciones u operación deficiente.

Se orienta a concurrir con obras dirigidas a apoyar y proteger al sector agrícola vulnerable desde el punto de vista socioeconómico y

desde la necesidad del Estado de proteger al pequeño agricultor, cuyo producto agrícola es esencial para el consumo básico nacional. De esta manera, el plan permite beneficiar áreas de secano o con déficit de seguridad de riego que se encuentren actualmente de bajo desarrollo agrícola.

Poniendo el foco en lo señalado, se ha definido un pequeño embalse como aquel que se emplaza en una cuenca menor, y que tiene las siguientes características:

- Altura de Presa: entre 5 a 20 m.
- Volumen Embalsado: entre 50.000 m<sup>3</sup> a 5.000.000 m<sup>3</sup>.
- Superficie Beneficiada: entre 100 y 1.000 hectáreas.

Beneficiará directamente a aproximadamente 9.000 predios (sobre 17.000 hectáreas) y una población estimada de 45.000 personas, incrementando la capacidad de embalsamiento del país en más de 60 millones de metros cúbicos.

En todos los casos, es decir, tanto para los nuevos embalses como las rehabilitaciones la inversión, se realizará amparado en el marco legal asociado a la Ley 1.123.

Durante 2017 solamente se avanzó en los estudios de los embalses nuevos y rehabilitaciones, y se realizó algunas de estas últimas. Quedó pendiente la casi totalidad de las obras programadas de US\$49 millones.

**Objetivos del Plan**

- La implementación del Plan permitirá reducir la vulnerabilidad de los pequeños productores de las comunidades agrícolas y de su entorno, con sustentabilidad e inclusión.
- Generará polos de desarrollo local estratégico, al incorporar zonas agrícolas que actualmente se ven limitadas por la escasez de infraestructura para embalsar agua.
- Permitirá gestionar los recursos estacionales al embalsar los excedentes de la escorrentía producida en época invernal

y los que se generan por deshielos, los cuales actualmente se pierden, ya sea porque no existe infraestructura que permita embalsar el agua o por el mal estado en que se encuentran estos pequeños embalses existentes.

- Los pequeños productores agrícolas dispondrán de una fuente de riego segura y, por consiguiente, un riego oportuno.
- Fortalecerá al pequeño agricultor, dándole garantía de sustentabilidad a su producción.
- En el ámbito comunal y regional este programa, fortalecerá la permanencia de la población en las zonas agrícolas mediante la generación de empleo local.

- Como un objetivo transversal disminuirá la movilidad o migración de la población hacia los centros urbanos definidos como capitales regionales limitando con esto posibles focos de delincuencia, el ocio y la marginalidad que esto genera.
- Descentralizará la inversión llevándola hacia pequeños sectores agrícolas generalmente marginados de la inversión pública al no existir apoyo técnico ni logístico a la gestión.
- Generará nuevas fuentes de explotación de estos pequeños embalses estacionales como explotación turística, reservorios de agua potable rural, pequeños emprendimientos, etc.

### Programa Nacional de Pequeños Embalses

> TABLA 1.20

80

NUEVO EMBALSE				
NOMBRE	REGIÓN	VOLUMEN HM <sup>3</sup>	SUPERFICIE HA	COSTO US\$ MILLONES
Empedrado	VII	2,7	273,0	23,8
REHABILITACIÓN ETAPA I				
NOMBRE	REGIÓN	VOLUMEN HM <sup>3</sup>	SUPERFICIE HA	COSTO US\$ MILLONES
Los Molles	Metropolitana		180,0	0,9
Chada	Metropolitana		1.000,0	1,3
Santa Rosa	Valparaíso		220,0	0,7
El Principal de Pirque	Metropolitana		350,0	0,6
Rautén Bajo	Valparaíso		150,0	0,4
Santa Julieta	Coquimbo		2.250,0	0,5
Concepción	Coquimbo		3.093,0	0,8
Hospital	Metropolitana		2.000,0	0,8
San Antonio	Coquimbo		4.000,0	1,6
Huechún	Metropolitana		200,0	0,8
<b>SUB TOTAL</b>			<b>13.443,0</b>	<b>8,4</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

### REHABILITACIÓN ETAPA II

NOMBRE	REGIÓN	VOLUMEN HM <sup>3</sup>	SUPERFICIE HA	COSTO US\$ MILLONES
El Melón	Valparaíso		1.493,0	4,5
Quebradilla			278,0	0,6
Catapiñco			225,0	1,9
Punta Blanca			141,0	0,9
Pullally			860,0	0,6
Rungue			550,0	1,0
Santa Julia			200,0	1,8
La Patagua	O'Higgins		157,0	1,0
San Jorge	Bío-Bío		300,0	0,6
Tucapel			20,0	0,3
Reina Norte	Metropolitana		382,0	0,9
Santa Inés			230,0	1,1
Reina Sur			343,0	0,8
Colorado			250,0	0,8
<b>SUB TOTAL</b>			<b>5.429,0</b>	<b>16,8</b>
<b>TOTAL</b>			<b>19.145,0</b>	<b>48,9</b>

81

Estos embalses son considerados como obras públicas con responsabilidad del Estado, que financia la obra a través de la Ley 18.450 con aporte estatal entre 30 y 50%. También mediante construcción directa por Ley 1.123 o bien mediante el sistema de concesiones, en ambos casos el aporte del estado es del orden de un 70 a 80% del costo total. Debe agregarse al listado la inversión en los 10 embalses estudiados, pero no construidos que se estima en 8 Hm<sup>3</sup>, o sea del orden de US\$24 millones. Si esto se realiza cada dos años resultarían US\$120 millones proyectados al 2027.

### Resumen

El resumen, sobre las inversiones en los embalses superficiales, subterráneos, monitoreo y conducciones se muestra a continuación.

**Inversiones infraestructura para riego**  
> TABLA 1.21

INVERSIONES EN RIEGO (EMBALSES SUPERFICIALES, EMBALSES SUBTERRÁNEOS, CONDUCCIONES)	MILLONES US\$
Programa de Embalses Grandes y Conducciones	5.984
Programa de Embalses Pequeños y ley 18.450	1.300
Inversiones para monitoreo y habilitación embalses subterráneos	360
<b>TOTAL</b>	<b>7.644</b>

## Inversiones en Control de Inundaciones, Aluviones y Evacuación de Aguas Lluvias

El informe ICD anterior hace un exhaustivo análisis de los efectos del cambio climático en el aumento de los episodios de inundaciones y aluviones, y de la necesidad de la DOH de destinar personal y fondos para la solución del problema. Es muy poco lo que se puede añadir al diagnóstico, evaluación de la demanda y propuestas de acción en este ámbito. Del plan Drenaje de Aguas Lluvias Urbanas que se encuentran en el MOP y que consigna una inversión de US\$4.000 millones, se habrían ejecutado US\$900 millones, quedando US\$3.100 millones.

La información proporcionada por la DOH del MOP, nos permite incluir las cifras de inversiones realizadas durante los años 2014 al 2017 y el presupuesto para el año 2018 las que se muestran en la tabla adjunta:

### Inversión en Obras de Drenaje de Aguas Lluvias Urbanas > TABLA 1.22

AÑO	US\$ MILLONES
2014	52
2015	64
2016	40
2017	56
2018	75

Fuente: DOH-MOP.

En cualquier caso, esta cifra debe ser revisada de acuerdo con los estudios que el MOP haya realizado.

Se aprecia que en los años 2016 y 2017 se invirtieron US\$96 millones en vez de los US\$310 millones previstos, por lo que el remanente en relación con los US\$3.900 millones es de US\$3.804 millones para un período de 20 años y de US\$1.900 millones para el período 2018-2027, con un total anual de US\$190 millones.

En cuanto a obras fluviales en defensa ribereñas, el mismo informe ICD 2016-2025 señala una inversión en obras fluviales y defensas ribereñas de US\$45 millones cada año para la década siguiente y si se mantiene la cifra de un total de US\$450 millones para la década 2018-2027.

Se recomienda revisar los proyectos de defensas ribereñas para compatibilizarlas con el caso de los cauces de los ríos como elementos de recarga natural de los acuíferos. Desde el punto de vista del desarrollo sustentable de los recursos hídricos, cualquier intervención en el cauce que implica disminuir el área de circulación de las aguas y aumentar la velocidad de escurrimiento del agua, implica una disminución de la recarga natural de los acuíferos, aspecto que se tomó en cuenta para calcular la disponibilidad del recurso al momento de otorgar los derechos de agua subterránea.

Todo lo anterior lleva a establecer un nuevo criterio de manejo de cauces y la intervención en defensas ribereñas se debe restringir a lo estrictamente necesario para el resguardo de la vida humana.



**En 2016 y 2017 se invirtieron US\$96 millones en vez de los US\$310 millones previstos en obras de drenaje de aguas lluvias urbanas.**

El manejo de cauces, la DOH del MOP analiza con esta glosa las inversiones realizadas en los años 2014 al 2018 y en el informe ICD 2016-2025 aparece como obras de control aluvional, se ha supuesto que se trata de lo mismo.

El cuadro adjunto, indica las cifras y su equivalente en dólares proporcionados por la DOH del MOP. Se advierte al igual que en el párrafo anterior, un análisis ambiental que tenga en cuenta el papel de infiltrador del cauce del río en el proceso de recarga natural a los acuíferos y su empleo como elemento de regulación de caudales a nivel anual o hiperanual.

De acuerdo con la tendencia histórica, haciendo la salvedad del año 2018, en la próxima década deberán invertirse un promedio de US\$50 millones al año.

### Inversión Histórica y Prevista en Manejo de Cauces > TABLA 1.23

AÑO	US\$ MILLONES
2014	54
2015	72
2016	43
2017	58
2018	29

Fuente: DOH-MOP.

### Resumen Obras para control del Exceso de agua > TABLA 1.24

PERÍODO	DRENAJE AGUAS LLUVIAS	OBRAS FLUVIALES	CONTROL ALUVIONAL	TOTAL
2018-2022	950	225	500	1.675
2018-2027	1.900	450	1.000	3.350

## Inversión en Sistemas Sanitarios de Agua Potable Rural y Urbano

La población rural en Chile actualmente es del orden de un 10% del total, es decir, 1.700.000 aproximadamente.

Desde principios de la década de los años 60 en el siglo XX, existe un programa de abastecimiento de Agua Potable a los poblados rurales. Comenzó con un crédito OEA-BID, manejado por el Servicio Nacional de Salud de la época. En la actualidad, este programa lo ejecuta mayoritariamente un departamento de la DOH del MOP.

De acuerdo con la información oficial, bajo la tutela de este departamento existen 1.772 servicios, en todo Chile que han beneficiado a un total de 414.547 familias que hacen una población de 1.659.736 habitantes. Estos sistemas son autogestionados por Cooperativa de Agua Potable Rural o Servicios de Agua Potable Rural. Recientemente, se aprobó una Ley específica para estos servicios, a los que se denominó Servicios Sanitarios Rurales.

### Servicios de APR en las regiones

> TABLA 1.25

REGIÓN	Nº DE SISTEMAS DE APR	FAMILIAS BENEFICIADAS *	BENEFICIARIOS*
Arica y Parinacota	26	3.468	13.854
Tarapacá	21	3.117	12.396
Antofagasta	11	2.825	10.980
Atacama	40	4.569	18.132
Coquimbo	187	39.302	156.784
Valparaíso	158	41.282	165.128
Metropolitana	106	45.673	183.292
O'Higgins	220	70.655	282.766
Maule	275	67.606	270.333
Biobío	211	49.957	202.349
La Araucanía	197	31.245	125.054
Los Ríos	99	17.670	70.300
Los Lagos	171	30.735	122.596
Aysén	40	5.620	22.480
Magallanes	10	823	3.292
<b>TOTAL</b>	<b>1772</b>	<b>414.547</b>	<b>1.659.736</b>

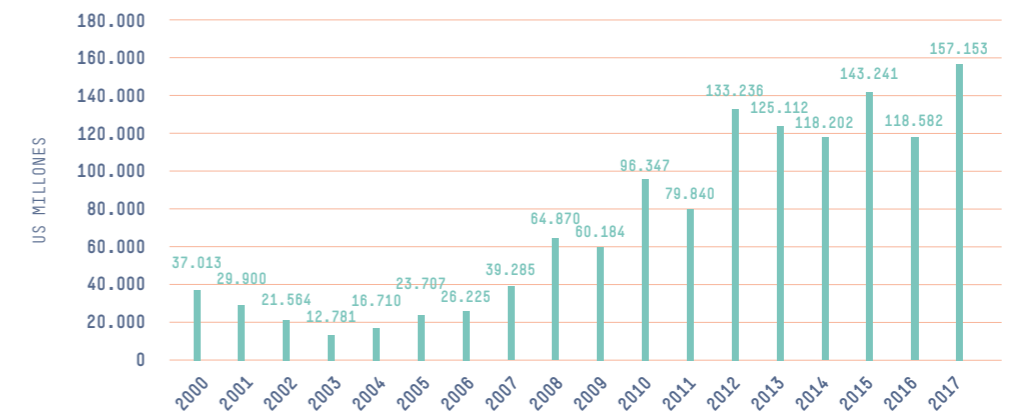
\*Cifras estimadas.

A partir de lo anterior, existen otros sistemas de APR que a través de estos casi 60 años han tenido otro origen y que no están bajo la tutela del MOP.

La inversión realizada en la instalación de estos servicios alcanza a valores entre US\$ 37 millones en el año 2000 y US\$157 millones en el año 2017.

### Inversión histórica APR (us Millones)

> GRÁFICO 1.5



\*SISS: Informe de gestión del sector sanitario 2016 (último disponible)

\*\*Basado en cifras de APR proporcionadas por DOH

\*\*\*Eventos Climáticos, son inversiones para disponer de reservas por épocas de sequía y turbiedad en los ríos, y daños por obras de deslizamiento de tierra en la cordillera.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la cifra de inversión propuesta en el Sector Sanitario en 2016 a 2026 ha sido tomada del "Informe de Gestión Sanitaria 2015 del SISS". La proyección de inversiones para el periodo 2018-2027 son las del periodo

2016-2026 del Informe SISS. Eso incluye inversiones en agua potable, alcantarillado, plantas de tratamiento aguas servidas para todas las empresas concesionarias de Servicios Sanitarios.

### Resumen necesidades Sector Sanitario (Millones de dólares) > TABLA 1.26

PERIODO	ZONAS URBANAS (SISS)		ZONAS RURALES (DOH)	TOTAL
	ANUAL *	***EVENTOS CLIMÁTICOS	**	
2018-2027	326	2.130	1.870	7.260

## Recomendaciones de acción

86

- Es indispensable y urgente la instalación de sistemas de medición de caudales en ríos, aguas que escurren desde la cordillera al mar, así como de los caudales aprovechados en la red de canales y pozos. El presupuesto anual de la DGA que se destina a la instalación de la hidrometría anualmente es cercano a los \$750 millones de pesos, es decir, 1,3 millones dólares para todo el país. Un primer cálculo hecho en este informe indica la necesidad de invertir al menos 40 millones de dólares en la instalación de estaciones de aforos en los ríos de las 40 cuencas principales del país (80 estaciones a US\$ 500.000 cada una). A la vez que instalar equipos de medida de caudales extraídos y niveles de saturación en 5.000 pozos con un costo de 130 millones de dólares y un sistema de monitoreo con un costo anual de 30 millones de dólares.
- La instalación de medición de caudales en los 2.000 canales del país con sistemas de telecomando y telemetría alcanza a US\$ 180.000 por cada uno que repartido en 10 años representa US\$18 millones/año.
- El sistema de mediciones, recolección de datos, análisis y elaboración de éstos debe hacerse mediante un convenio de colaboración entre las OUA y la DGA, ya que las primeras se encuentran a lo largo de gran parte del país y son las encargadas de la distribución de las aguas conforme a derecho y de la infraestructura hídrica.
- Las Juntas de Vigilancia de cada río o sección de éste integran a todos los usuarios de agua superficial y subterránea, y a todos los sectores de la producción y servicios. Estas son las más indicadas para el establecimiento de estos convenios.
- Es necesario invertir en estudios ex-post, para determinar cómo las obras han respondido a las proyecciones que se hicieron, con el objeto de sacar lecciones de sus virtudes y defectos y emplearlos en los proyectos futuros, tal es el caso por ejemplo de los Embalses de Santa Juana, Corrales; Puclaro, Convento Viejo y otros que ya han cumplido más de 20 años.
- En relación con las sequías, se recomienda disponer en cada cuenca de antecedentes sobre reservas de aguas subterráneas y contar con las obras de recarga y extracción para épocas de sequía. Es la forma en que una cantidad de superficie de riego se prepara para las sequías. De los 52.500 pozos que hay en el país, un porcentaje considerable se destina a su empleo en meses y años de sequía. Se recomienda construir al menos 500 pozos al año para afrontar las demandas de sequía, en el lapso 2018-2027 los 500 pozos representan una inversión anual de US\$80 millones de dólares, comparable al gasto en camiones aljibes.
- Se recomienda que a la brevedad posible se formalice un convenio de cooperación entre la DGA y las OUA para trabajar en la

recolección, traspaso y análisis de información, de la cantidad y calidad del agua, el uso de esta, así como de la situación de los DAA, en cada una de las cuencas o regiones del país. Es la única forma de contar con un diagnóstico actualizado y dinámico de la realidad del país en materia del recurso hídrico disponible.

- El empleo del sistema de concesiones para la construcción de obras de riego se debe replantear en vista de dos temas de importancia. El primero es el costo que, para el Estado, implica una subvención del 50 al 80% del costo, al igual que la ley 1.123. Además, el Fisco se endeuda con las empresas concesionarias a un alto interés, y los DAA fiscales destinados a los usuarios, nunca les son traspasados, creando la figura de nuevos agricultores sin DAA como parte de su patrimonio.
- La agilidad de la inversión, así como la rentabilidad de esta, se encuentra directamente condicionada por la eficiencia fiscal administrativa en temas de agua. Los organismos básicos como la DGA, la DOH y la CNR, para transparentar la eficiencia deben actuar mancomunadamente bajo el liderazgo de una de ellas, lo cual se puede hacer bajo el actual sistema legal y administrativo. No es necesario esperar a la conformación de una nueva institucionalidad que tiene una larga gestación.
- La DGA tiene un presupuesto de US\$30 millones para el 2018, insuficiente para

cumplir con sus actuales responsabilidades, lo que significa un escollo para el desarrollo, por lo que debe compartirlo con otros organismos públicos.

- Un plan hídrico nacional y la nueva institucionalidad en materia de aguas son necesarias acometerlas, pero eso no impide empezar de inmediato las inversiones empleando los actuales medios legales, administrativos y financieros. Sólo se requiere la voluntad de hacerlo y el trabajo mancomunado de organismos públicos y privados que hoy existen.
- Las iniciativas de trasvase de agua dulce desde las regiones VII y VIII, ya sea mediante carretera hídrica por el continente o bien por tubería bajo el mar, son iniciativas de gran valor y que deben ser acometidas en el futuro próximo avanzando en un proyecto definitivo de ingeniería de las obras. Solo se debe tener en cuenta dos precauciones, la primera es incluir en el proyecto el riego de las regiones donantes y las necesidades hídricas de otros sectores productivos y de servicios, y la segunda es el respeto a los derechos de aprovechamiento constituidos.
- Un elemento clave en la gestión del agua actualmente y en el futuro es el empleo del mecanismo del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Agua. Hace flexible el mecanismo de distribución, mediante arriendos temporales o ventas de volúmenes en ríos con regulación. Este

87

**Un plan hídrico nacional y la nueva institucionalidad en materia de aguas son necesarias acometerlas, pero eso no impide empezar de inmediato las inversiones empleando los actuales medios legales, administrativos y financieros. Solo se requiere la voluntad de hacerlo y el trabajo mancomunado de organismos públicos y privados que hoy existen.**

mismo mecanismo se debería usar en la recarga artificial de acuíferos, en que uno puede ser el dueño del DAA superficial recargada y otro el dueño del pozo y dueño del DAA subterránea para extraerla desde el embalse subterráneo.

- En la gestión integrada de los recursos hídricos de una cuenca es preciso reconocer que los DAA superficiales y subterráneos, no son sumables cuantitativamente. Ello es así porque los últimos fueron otorgados con cargo a la ineficiencia del uso de los primeros manifestada en las infiltraciones en la red de canales y en la aplicación predial en el riego. Esto pone en evidencia la necesidad futura del empleo de las aguas subterráneas, condicionadas a la recarga artificial con Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Superficiales. Asimismo, implica que el volumen extraíble de un acuífero ya no tendrá como límite la recarga media anual natural considerada hasta hoy por la DGA, sino que los volúmenes recargables provenientes de los excedentes temporales de las escorrentías superficiales, que son muy abundantes, sobre todo si se consideran los volúmenes vertidos al mar en el sur del país.

- Se recomienda incentivar el uso de las aguas subterráneas, en conjunto con el monitoreo de niveles de agua de los pozos y volúmenes extraídos, así como de los caudales de los ríos en diversos tramos y de los canales de regadío. Esto constituye el método más preciso de conocimiento de un acuífero. El cual se conoce a medida que se explota.



## Resumen

**645,40**

Demanda total de agua (m<sup>3</sup>/s) alcanzada en Chile al año.

**1.200.000** hectáreas

Superficie total bajo riego

**48.532** m<sup>3</sup>/año

Disponibilidad de agua vertida al mar hasta la VIII Región

**20.233** Hm<sup>3</sup>/año

**16.512** Hm<sup>3</sup>/año ..... Agrícola

**1.719** Hm<sup>3</sup>/año ..... Agua potable

**1.374** Hm<sup>3</sup>/año ..... Industrial

**626** Hm<sup>3</sup>/año ..... Minera

**20** → **120**

MMUS\$

1986

MMUS\$

2017

La inversión histórica entre el año 1986 y 2017 ha ido creciendo desde US\$20 millones en el año 1986 hasta US\$ 120 millones en el año 2017.

En los últimos 10 años se han realizado inversiones por MMUS\$1.300, lo que ha beneficiado a más de medio millón de personas en Chile.

**3.426** m<sup>3</sup>/s

Total de derechos de aguas consuntivos otorgados.

**2.959** m<sup>3</sup>/s

Superficial



**453** m<sup>3</sup>/s

Subterránea





**ENERGÍA**



# Resumen ejecutivo

94

En los últimos años se ha observado un importante desarrollo en el sector eléctrico, principalmente a través de numerosas iniciativas de inversión a nivel de generación y transmisión. Esto ha sido impulsado tanto por los procesos de licitación para el suministro de clientes regulados, como por los cambios regulatorios que han incentivado la competencia y el desarrollo de un sistema de transmisión robusto que no limita la conexión de nuevos proyectos.

Las últimas licitaciones para suministro a clientes regulados han mostrado ser cada vez más competitivas, tendiendo a la baja en los precios promedios de adjudicación, beneficiándose de una tendencia mundial en términos de la reducción de los costos de inversión asociados fundamentalmente a energías renovables. A modo de ejemplo, la última licitación adjudicada por la Comisión Nacional de Energía en noviembre de 2017 resultó en un precio promedio de 32,5 US\$/MWh, para un volumen de energía anual equivalente a 2.200 GWh, que deberá ser suministrada entre 2024 y 2043.

**La última licitación de la CNE en noviembre de 2017 resultó en un precio promedio de 32,5 US\$/MWh, para un volumen de energía anual de 2.200 GWh**

Por otra parte, el crecimiento de la demanda depende fuertemente del crecimiento económico del país, el que se ha ralentizado en los últimos años. Sin embargo, se prevé que las tasas de crecimiento del PIB entre los años 2018 y 2027<sup>1</sup> serán mayores a las tasas recientes. A pesar de lo anterior, dada la capacidad instalada de generación y los proyectos actualmente en construcción o que reúnen las condiciones para ser desarrollados en el corto-mediano plazo, se estima que no será necesario desarrollar obras adicionales relevantes de generación y transmisión para suplir adecuadamente la demanda en los próximos 10 años.

Por otra parte, con el aumento de la demanda a nivel de distribución en los próximos años, se necesitarán nuevas inversiones en este segmento para asegurar la prestación y continuidad de suministro a todos los clientes que se encuentren en áreas de concesión. Adicionalmente, a contar del año 2018, entrará en vigencia una nueva Norma Técnica para los sistemas de distribución, que exigirá mejorar la seguridad y calidad del servicio prestado, disminuirá las horas de interrupción de servicio, y aumentará los niveles de resiliencia y confiabilidad. La Tabla 2.1 muestra la inversión en proyectos a futuro para el periodo de evaluación, sin considerar las centrales y obras de transmisión que se encuentran actualmente en construcción. Adicionalmente, muestra el estado de avance de la brecha entre los años 2016 y 2017, considerando los requerimientos de inversión en el periodo 2016-2025.

1. Información entregada por la Cámara Chilena de la Construcción, Escenario Base.

2. Los valores del estado de avance de la brecha no son totalmente comparables con la brecha inicial del periodo 2016-2025 del Informe ICD 2016-2025, ya que la metodología utilizada entre el documento actual y el anterior es distinta.

3. Infraestructura crítica para el desarrollo 2016-2025. Cámara Chilena de la Construcción.

95

## Proyectos a futuro en el SEN y avance brecha anterior (MMUS\$)<sup>2</sup>.

> TABLA 2.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	AVANCE BRECHA ANTERIOR		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	2016-2025	2018-2022	2018-2027	
	INICIAL	AVANCE		
Generación	9.102	1.233	4.717	5.228
Transmisión	567	140	977	1.793
Distribución	1.897	130	925	1.938
<b>TOTAL</b>	<b>11.566</b>	<b>1.503</b>	<b>6.619</b>	<b>8.959</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se señaló anteriormente, la actual configuración del sistema, considerando instalaciones existentes de generación y transmisión y aquellas que se encuentran en construcción, permitirían operar el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en forma segura y económica para los próximos años. De esta manera, si en el informe anterior<sup>3</sup> se identificó para el periodo 2016-2025 un requerimiento de inversión total de 11.566 millones de dólares, se espera que para el periodo 2018-2027 se inviertan alrededor de 7.021 millones de dólares en los segmentos de generación y transmisión y de 1.938 millones de dólares en distribución, totalizando 8.959 millones de dólares en los tres segmentos.

Los 5.228 millones de dólares considerados en el sector generación en la Tabla 2.1, corresponden fundamentalmente a la inversión asociada a los proyectos adjudicados

en la licitación 2015/01, con entrada en operación estimada para el periodo 2021-2022.

En cuanto a los requerimientos de transmisión, la brecha identificada en el informe anterior ascendía a 567 millones de dólares para el periodo 2016-2025. De la revisión realizada, para el periodo 2018-2027 se espera que se inviertan alrededor de 1.793 millones de dólares. El aumento se explica principalmente porque los últimos planes de expansión del coordinador consideran la realización de obras en el sistema zonal, no contempladas en los planes de expansión anteriores.

Finalmente, los requerimientos de inversión a nivel de distribución para el periodo 2016-2025 ascendían a 1.897 millones de dólares en el informe anterior. De la revisión realizada, se espera que se inviertan alrededor de 1.938 millones de dólares en el periodo 2018-2027.

# Reseña del sector

## El sector eléctrico en Chile

La red de energía eléctrica chilena está organizada en cuatro sistemas independientes. De norte a sur, se encuentran el Sistema Interconectado del Norte Grande (Sing), el Sistema Interconectado Central (SIC), y dos sistemas de tamaño mediano en el extremo sur del país.

A fines de noviembre de 2017 el SIC y el SING se interconectaron físicamente, dando origen al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Los sistemas SING y SIC son los más relevantes, ya que concentran cerca del 99,3% de la capacidad instalada de generación.

### Características de los sistemas eléctricos de Chile a diciembre de 2016<sup>4</sup>

> FIGURA 2.1

Fuente: CNE, INE

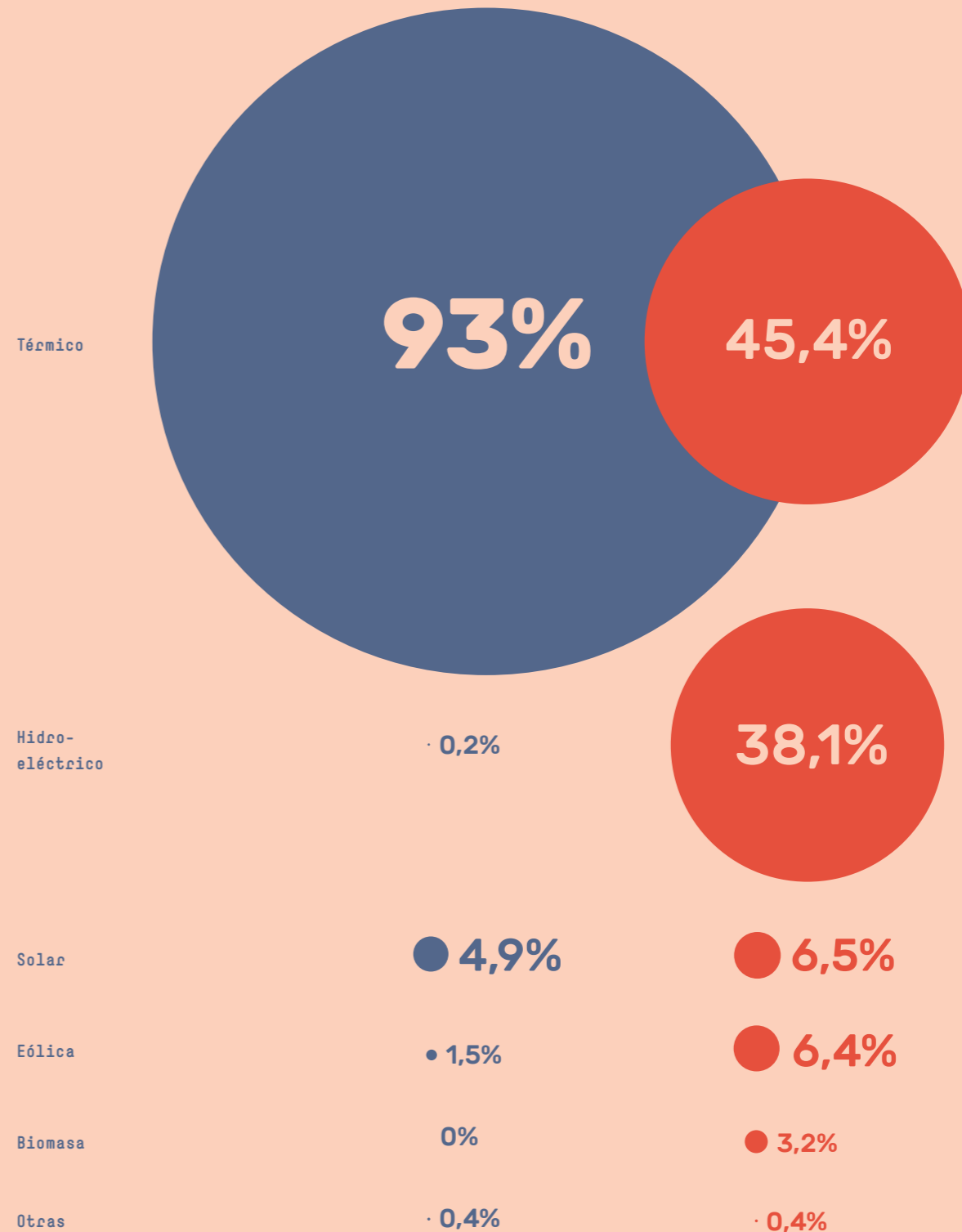
			CAPACIDAD INSTALADA (DIC-2016)	GENERACIÓN ELÉCTRICA (DIC-2016)	DEMANDA MÁXIMA (DIC-2016)	POBLACIÓN
<b>SING</b> Sistema Interconectado del Norte Grande	Arica y Parinacota Tarapacá Antofagasta		6.045 MW 25,7%	1.661 GWh 26,2%	2.483 MW	6,7%
<b>SIC</b> Sistema Interconectado Central	Atacama Coquimbo Valparaíso Metropolitana O'Higgins Maule Biobío La Araucanía Los Ríos Los Lagos		17.357 MW 73,7%	4.649 GWh 73,2%	7.788 MW	89,5%
<b>SEA</b> Sistema de Aysén	Aysén		62 MW 0,3%	12 GWh 0,2%	21,0 MW	2,8%
<b>SAM</b> Sistema de Magallanes	Magallanes		102 MW 0,4%	25 GWh 0,4%	48,7 MW	1,0%
			<b>23.565 MW</b>	<b>6.347 MW</b>	<b>10.341 MW</b>	

4. Demanda máxima de SEA y SAM a diciembre de 2015.

## Principales sistemas del país

Características SING / SIC

● SING  
● SIC



El SING es casi en su totalidad térmico (93,0% térmico, 0,2% hidroeléctrico, 1,5% eólico, 4,9% solar y 0,4% otras tecnologías), mientras que el SIC es hidrotérmico con una mezcla de 38,1% de generación hidroeléctrica, 45,4% termoelectrónica, 6,4% de generación eólica, 3,2% biomasa, 6,5% solar y 0,4% otras tecnologías. Por su parte, los otros dos sistemas medianos en la región sur del país tienen aproximadamente 164 MW de capacidad instalada.

El mercado eléctrico chileno se divide en tres segmentos claramente identificables: generación, transmisión y distribución. El marco normativo que regula estos tres segmentos se rige por la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N° 4). Dicha Ley fue promulgada en 1982 (como DFL N° 1 que el año 2006 se refundió en el DFL N° 4), y ha tenido numerosas modificaciones hasta la fecha. Las disposiciones generales del DFL N° 4 se encuentran reguladas por el Decreto Supremo N° 327 de 1998, "Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos", el que también ha tenido modificaciones posteriores.

## Generación en el sistema eléctrico nacional

La generación corresponde a la fase de producción de la cadena de suministro eléctrico. En Chile, este segmento se caracteriza por ser un mercado competitivo en el que varias empresas generadoras ofrecen productos de energía y potencia a diferentes precios, en función de sus costos de producción y sus estrategias comerciales. La coordinación de la operación es llevada a cabo por el coordinador del sistema eléctrico, el cual tiene como funciones el

preservar la seguridad del servicio en el sistema eléctrico, garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico, y garantizar el acceso abierto a todos los sistemas de transmisión.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se conforma a partir de la interconexión de dos sistemas eléctricos que operaron de forma independiente hasta fines del año 2017: el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (Sing).

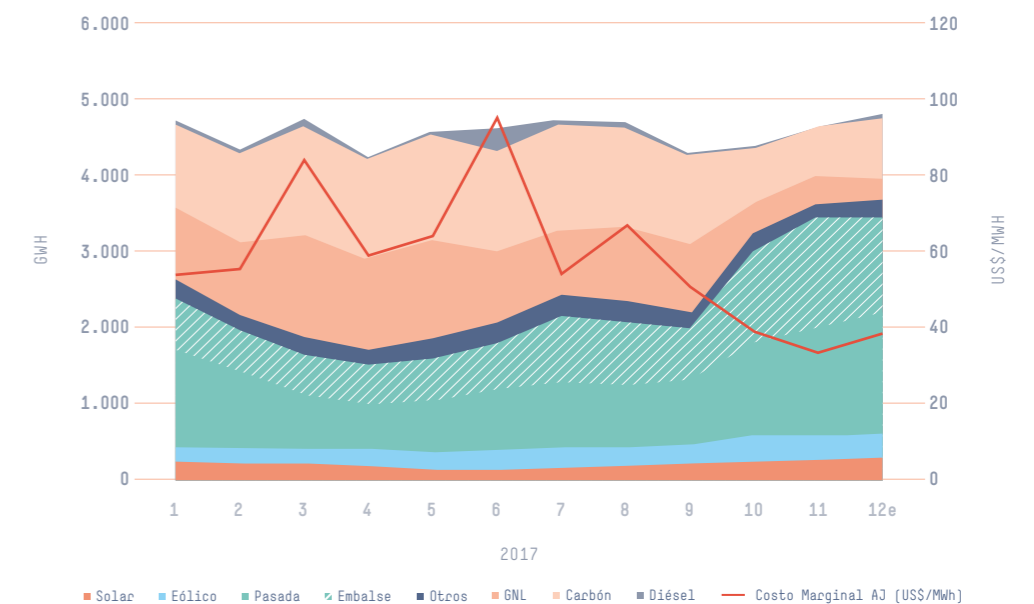
El SIC es un sistema hidrotérmico, mientras que el Sing es un sistema esencialmente térmico. La propiedad de las centrales eléctricas en el SIC está concentrada en tres agentes del mercado: Enel Generación, AES Gener y Colbún. AES Gener se caracteriza por tener una matriz de generación mayormente térmica, con una importante contribución de centrales a carbón. Por su parte, Colbún posee una matriz de generación hidroeléctrica y térmica, siendo sus centrales más importantes el embalse hidroeléctrico Colbún, la central a carbón Santa María y los ciclos combinados a gas natural Nehuenco I y II. Finalmente, Enel Generación tiene una componente relevante de generación hidroeléctrica, ya que posee parte importante de los embalses hidroeléctricos chilenos. Esta empresa posee también las centrales de ciclo combinado a gas natural San Isidro I y II.

La Figura 2.2 muestra la variabilidad de los costos marginales en los últimos meses, lo que se explica por las variaciones de demanda y, lo más importante, por las contribuciones relativas de diferentes tecnologías de generación. Se observa una relación directa entre la disminución del costo marginal y el aumento de la generación hidroeléctrica.

## Evolución de la energía generada en el SIC

Fuente: CEN

> FIGURA 2.2



Con respecto a la propiedad de las centrales eléctricas en el Sing, esta se encuentra concentrada en tres agentes del mercado: Engie, AES Gener y Enel Generación.

Engie es el agente con la mayor capacidad instalada en el Sing. Tiene una mezcla relativamente equilibrada de centrales a gas natural y a carbón para la operación de base, y unidades diésel para el funcionamiento en horas de máxima demanda. Sus principales activos de generación son las centrales de Tocopilla (1.002 MW) y Mejillones (931 MW).

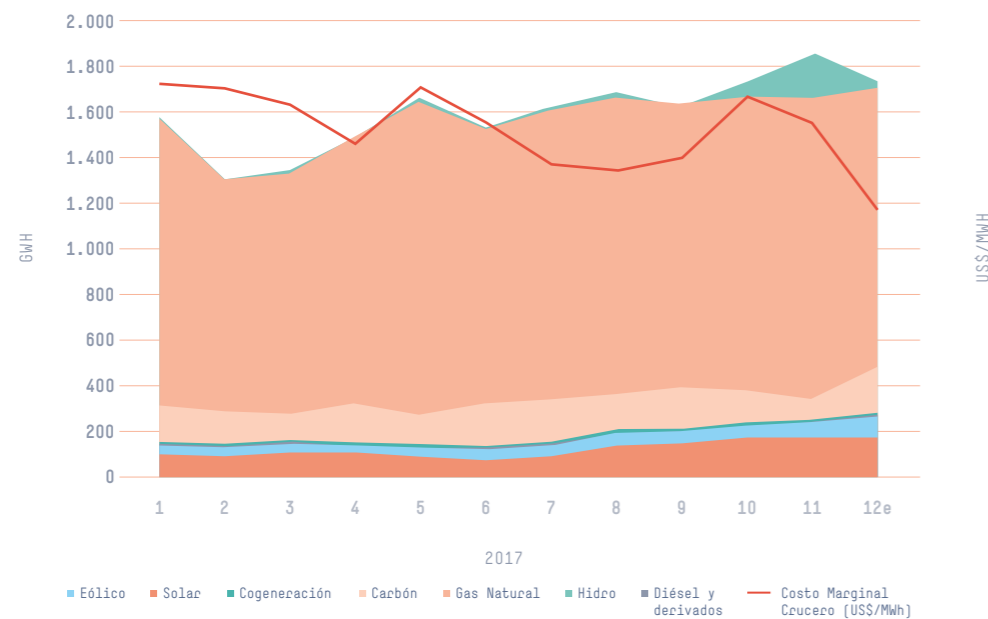
AES Gener es el segundo participante más grande en el Sing, con una capacidad

instalada de 1.744 MW entre capacidad de generación a carbón y gas natural. Sus activos incluyen las centrales eléctricas a carbón de Angamos (545 MW), Cochrane (532 MW) y Norgener (277 MW). AES Gener también es propietaria de la central a gas natural Salta (642,8 MW), ubicada en Argentina, conectada al SING a través de una línea de transmisión de 408 kilómetros de 345 kV, no obstante, desde el año 2012 esta central no está inyectando energía al Sing, pese a lo cual la línea de transmisión que interconecta el Sing con Argentina ha sido utilizada para realizar inyecciones desde el sistema eléctrico chileno hacia el argentino.

El tercer participante más importante es el grupo Enel Generación que tiene una mezcla basada principalmente en tecnologías de gas/diésel. Sus principales activos son la central a gas/diésel GasAtacama (780,6 MW) y la central Tarapacá (Celta), que se compone de una unidad a carbón de 158 MW y una unidad diésel de 24 MW.

La Figura 2.3 muestra la variabilidad de los costos marginales en los últimos meses en el SING, lo que se explica por las variaciones de demanda y, lo más importante, por las contribuciones relativas de diferentes tecnologías de generación. Se observan aumentos en el costo marginal en períodos de mayor generación en base a diésel.

**Evolución de la energía generada en el Sing**  
 > FIGURA 2.3



Fuente: CEN



## Transmisión

La transmisión en Chile se define como el conjunto de líneas, subestaciones y equipos de tensión nominal superior a 23 kv, que se utilizan para el transporte de electricidad desde centrales de generación hacia instalaciones de distribución, o directamente a grandes clientes. La actividad de transmisión en Chile se concibe como un monopolio regulado y se define como un servicio público. Lo anterior tiene como consecuencia que para las empresas de transmisión es obligatorio proporcionar el servicio de transporte y acceso abierto a todos los clientes que lo soliciten. Los generadores de energía están autorizados a utilizar toda la capacidad de transmisión disponible, capacidad que es determinada por el coordinador. La legislación vigente establece que los sistemas de transmisión se dividen en transmisión nacional, transmisión zonal, transmisión dedicada y polos de desarrollo **VER RECUADRO**.

En materia de planificación, la Comisión Nacional de Energía (CNE) debe llevar a cabo un proceso anual de planificación de la transmisión, el que deberá considerar, al menos, un horizonte de veinte años. Esta planificación abarcará las obras de expansión necesarias del sistema de transmisión nacional, de polos de desarrollo, zonal y dedicadas utilizadas por concesionarias de servicio público de distribución para el suministro de usuarios sometidos

a regulación de precios, o necesarias para entregar dicho suministro, según corresponda.

Por otra parte, la nueva Ley de Transmisión asigna el pago total de los costos de la transmisión directamente a los clientes finales, a través de un esquema de cargos proporcionales al consumo de energía, independientemente de su ubicación o las distancias entre los polos de generación y demanda. El nuevo esquema trae más transparencia sobre los pagos efectuados por cada uno de los consumidores, y reduce las incertidumbres para las nuevas plantas generadoras debido a la eliminación de los peajes de inyección. Este nuevo sistema de retribución para la transmisión se implementaría gradualmente, con un período de transición hasta 2034, empezando en 2019, y poniendo especial énfasis en evitar dobles cobros por aquellos contratos que tienen incorporados los costos de la transmisión en los precios ofertados de energía.

Adicionalmente, existen desafíos en la planificación de la transmisión ya que los importantes tiempos asociados al desarrollo de este tipo de iniciativas, en contraste con el menor tiempo requerido para construir proyectos de generación (particularmente renovables), ha dado lugar a congestiones y desacoplamiento en la transmisión en zonas específicas del sistema (como, por ejemplo, la zona de Diego de Almagro-Cardones).

### Sistemas de transmisión

- Sistema de transmisión nacional: se refiere a la red de transporte principal que conecta las plantas de generación con los principales centros de consumo u otros sistemas de transmisión (zonal o dedicada).
- Sistemas de transmisión zonal: permite la transmisión de energía desde el sistema nacional a las empresas de distribución o grupos de clientes finales no regulados.
- Sistemas de transmisión dedicados: permite a las empresas de generación inyectar su producción al sistema nacional o a un sistema zonal. Asimismo, los sistemas de transmisión dedicada permiten a grandes

clientes finales obtener el suministro de energía directamente desde el sistema nacional u otro sistema. Como caso general, las líneas de transmisión dedicada se dedican exclusivamente a un solo agente (de generación o demanda).

- Polos de desarrollo: Los sistemas de transmisión para polos de desarrollo estarán constituidos por las líneas y subestaciones eléctricas, destinadas a transportar la energía eléctrica producida por medios de generación ubicados en un mismo polo de desarrollo, hacia el sistema de transmisión, haciendo un uso eficiente del territorio nacional.

## Distribución

Los sistemas de distribución se componen de líneas, subestaciones y equipos que permiten la distribución de la electricidad a los usuarios finales ubicados en una cierta área geográfica delimitada. Las compañías de distribución en Chile operan como un sistema de concesión de los servicios públicos de distribución, lo que implica obligatoriedad en la prestación del servicio al interior de su correspondiente área de concesión. Tanto las actividades de distribución de electricidad como de comercialización son desarrolladas por una misma empresa distribuidora.

Las empresas de distribución en Chile tienen dos tipos de clientes dependiendo del volumen de consumo, los cuales están sujetos a dos esquemas de precios diferentes:

- **Cientes regulados:** Los clientes regulados son aquellos consumidores con una potencia conectada igual o inferior a 5 MW, ubicados dentro del área de concesión de una empresa distribuidora. Los clientes con una capacidad de entre 500 kW y 5 MW pueden optar por convertirse en clientes no regulados. Este segmento incluye a los clientes residenciales y las pequeñas y medianas consumidores comerciales e industriales.
- **Cientes no regulados:** Los clientes no regulados son aquellos que tienen una potencia conectada sobre 5 MW y, como se explicó en el punto anterior, pueden optar a esta categoría si su demanda es mayor que 500 kW pero menor a 5 MW. Por lo general, son grandes usuarios industriales o empresas mineras. Estos clientes no están sujetos a la regulación de precios, y deben negociar directamente los precios y los términos suministro con los proveedores de energía.

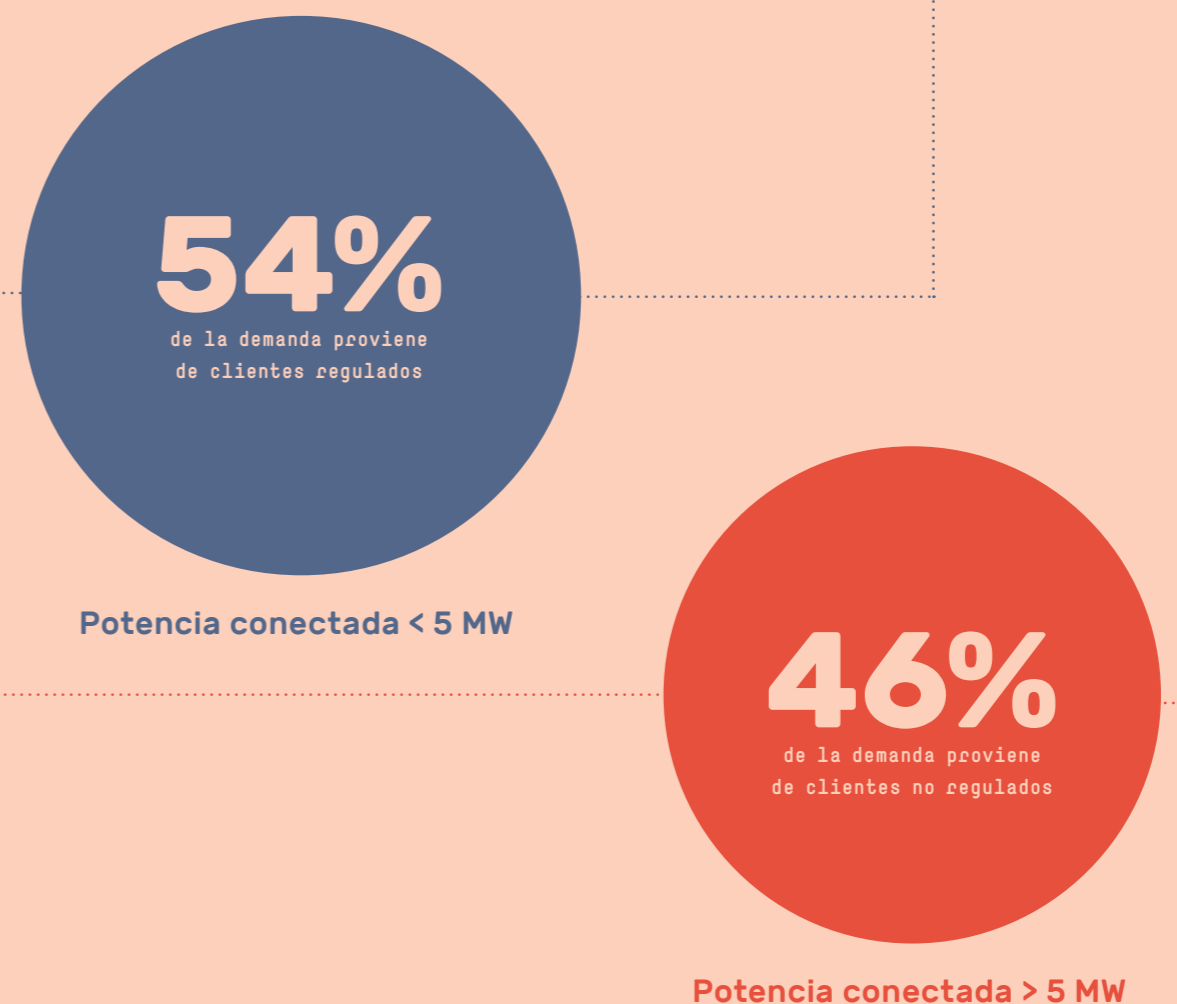
Las ventas a clientes finales equivalen aproximadamente a un 92% de la generación total del sistema<sup>5</sup>, dados los niveles de pérdidas que ocurren al transportar la energía desde las centrales generadoras hacia los puntos de consumo. En el caso de los retiros de energía de clientes no regulados, estos consumos equivalen al 46% del total de la demanda, mientras que el 54% restante corresponde a la demanda de clientes regulados (industrial, comercial y residencial). En este último segmento, cerca del 41% de la demanda corresponde a clientes residenciales<sup>6</sup>.

5. Reporte anual Coordinador (2016).

6. De acuerdo a información obtenida de Energía Abierta, CNE.

## Tipos de cliente

Sistema eléctrico



## Licitaciones y contratos de suministro

### Licitaciones

La Ley 20.018 o "Ley Corta 2" del año 2005 estableció que los contratos entre generadores y distribuidores para el suministro de clientes regulados deben adjudicarse mediante procesos de licitación abiertos.

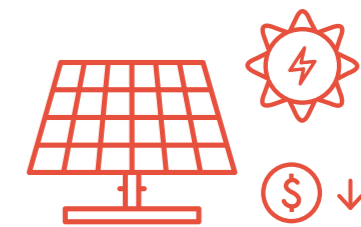
Estos procesos de licitación han sido en su gran mayoría efectivos para asegurar el suministro a clientes regulados y viabilizar el desarrollo de proyectos de generación. No obstante, se han dado casos como las licitaciones 2013/02 y 2013/03, donde gran parte de la energía licitada no fue adjudicada, o procesos que resultaron con altos precios de adjudicación como la licitación 2013/01, fundamentalmente por realizarse en un contexto de mercado de altos costos marginales, altos niveles de contratación de las empresas existentes y un plazo reducido para el inicio de suministro, lo que no permitía la participación de nuevos entrantes sin asumir un riesgo importante.

Dado lo anterior, la CNE consideró modificaciones en las bases de licitación a partir del proceso 2013/03 2º llamado, tendientes a

reducir los riesgos y barreras de entrada para nuevos actores. Estos cambios fueron en gran medida exitosos, permitiendo que los procesos de licitación posteriores resulten una mayor diversificación de la matriz energética, un mercado de generación más competitivo, la entrada de nuevas tecnologías, especialmente energía renovable no convencional como la eólica y solar, y un menor precio de mercado, permitiendo una reducción en las tarifas de suministro a clientes regulados. En particular, los últimos procesos de licitaciones (2015/02, 2015/01, 2017/01) han mostrado una reducción importante en el precio de adjudicación, mayor competencia en el sector y han permitido una mayor participación de generación ERNC.

La Figura 2.4 muestra los últimos procesos de licitaciones de suministro a clientes regulados, evidenciando una baja en los precios de adjudicación. En la última licitación adjudicada a comienzos de noviembre de 2017, se obtuvo un precio promedio de adjudicación de 32,5 US\$/MWh.

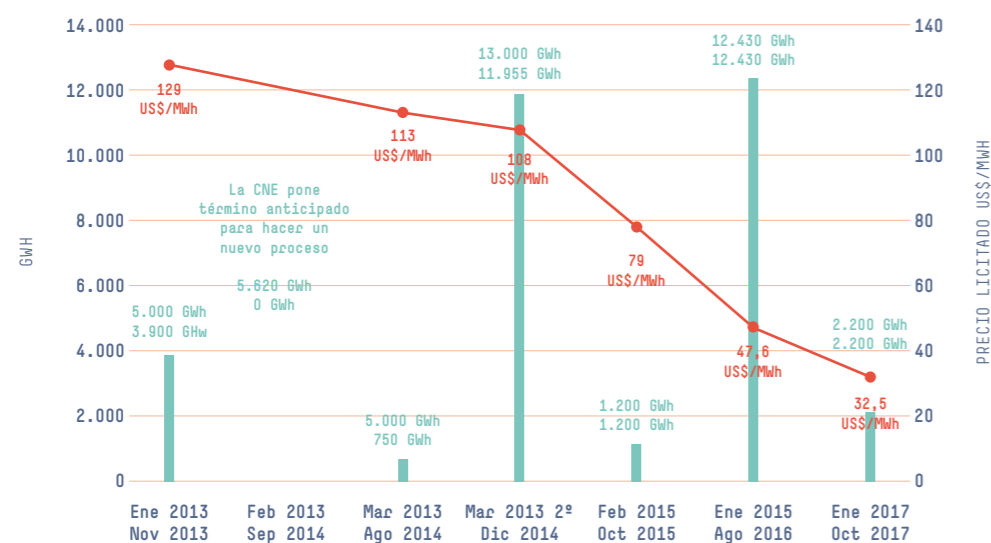
Los precios ofertados por tipo de tecnología han disminuido en los diferentes procesos de licitación, alineados con las tendencias observadas a nivel internacional, particularmente respecto a los costos de inversión en centrales renovables. A modo de ejemplo, la Figura 2.5 muestra los precios ofertados por tipo de tecnología en la licitación 2017/01 (2017) en comparación con la licitación 2015/01 (2016). En particular, se aprecia una disminución importante en las ofertas más competitivas recibidas para tecnología solar fotovoltaica, pasando desde un valor de 29 US\$/MWh a un valor de 24,8 US\$/MWh.



**En dos años, el precio ofertado de la energía solar fotovoltaica cayó de 29 a 24,8 US\$/MWh.**

### Últimos procesos de licitaciones de suministro para clientes regulados

> FIGURA 2.4



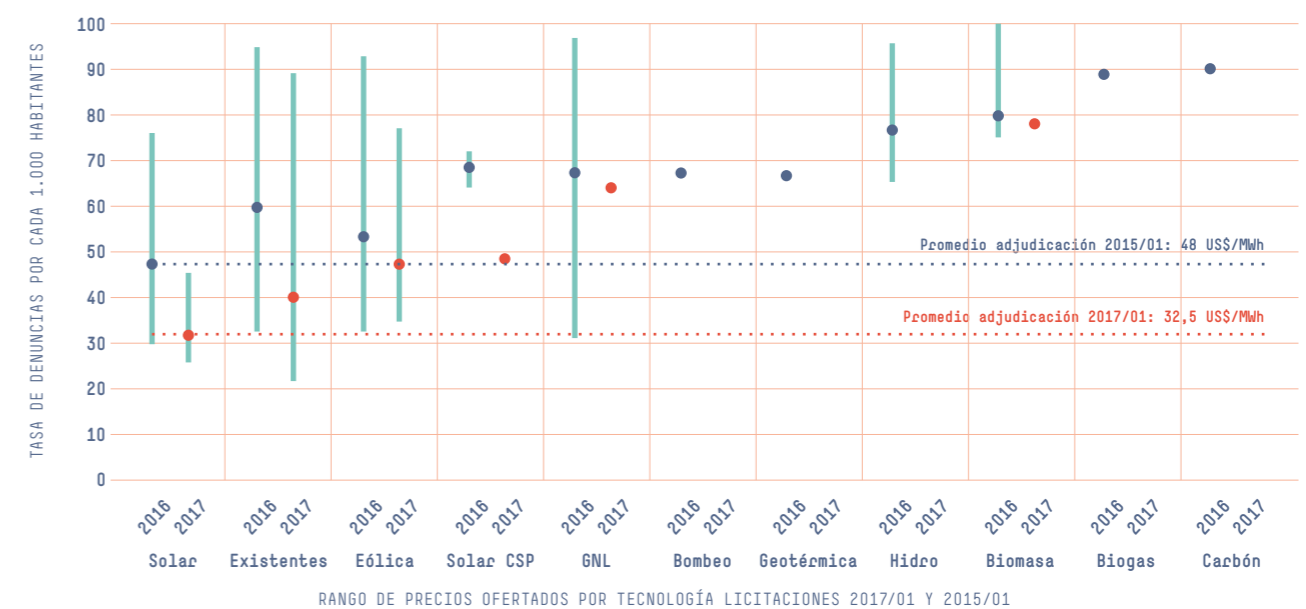
\*Los montos adjudicados y la energía total licitada corresponden a la suma de las componentes base + variable.

**Entre 2013 y 2017, el precio por MWh al que adjudicó la CNE cayó desde US\$129 a US\$ 32,5.**

Fuente (2.4-2.5): CNE.

### Rango de precios ofertados por tecnología en licitaciones 2017/01 y 2015/01

> FIGURA 2.5



# Situación actual y diagnóstico

## Progreso brecha 2016-2025

En el Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2016-2025 de la Cámara Chilena de la Construcción se realizó una estimación de las necesidades de inversión para dicho período, las cuales estaban marcadas por una reducción significativa en la infraestructura requerida para los últimos años. Al respecto, en esta nueva versión del informe se estima el avance de la brecha entre los años 2016 y 2017, lo que se resume en la Tabla 2.2.

**La estimación de inversión necesaria para 2016-2025 está marcada por una considerable disminución de la infraestructura requerida en ese período.**

### Avance brecha anterior

> TABLA 2.2

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)	
	AVANCE BRECHA ANTERIOR	
	2016-2025	
	INICIAL	AVANCE
Generación	9.102	1.233
Transmisión	567	140
Distribución	1.897	130
<b>TOTAL</b>	<b>11.566</b>	<b>1.503</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Es importante señalar que los valores del estado de avance de la brecha no son totalmente comparables con la brecha inicial del periodo 2016-2025, ya que las metodologías utilizadas en ambos informes difieren debido a que en el anterior no se realizaba una identificación de los proyectos (salvo en transmisión) para llevar a cabo el cálculo de los requerimientos de inversión.

Para poder cuantificar los requerimientos de inversión en generación del avance de la brecha anterior, se tomaron en consideración las centrales de generación que fueron declaradas en construcción en los años 2016 y 2017, de acuerdo a lo señalado en los informes de Precio de Nudo de Corto Plazo, publicados por la CNE. De esta forma, se invirtieron aproximadamente 1.233 millones de dólares a diciembre de 2017.

En cuanto al avance de la brecha de transmisión, se consideró el Plan de Expansión de Transmisión vigente al año 2015, el cual considera inversiones en el segmento Nacional y Zonal, respectivamente. Con esto se pudo determinar los montos de las inversiones contempladas en dicho plan y que iniciaron su construcción durante 2016 y 2017. Así, se invirtieron aproximadamente 140 millones de dólares a diciembre de 2017.

Finalmente, en cuanto al avance de la brecha de distribución, éste se determinó utilizando la demanda real del año 2016 y la demanda proyectada del año 2017, multiplicadas por el precio unitario obtenido a partir de los Estudios de Valor Agregado de Distribución para el año 2016. De esta forma, se invirtieron aproximadamente 130 millones de dólares a diciembre de 2017.



### Progreso brecha anterior en generación

La inversión estimada durante el período 2016-2017 en el segmento de generación equivale a 1.233 millones de dólares, de los cuales alrededor de 1.150 millones de dólares corresponden a centrales ERNC, principalmente tecnologías solar y eólica.

En el caso del SIC, las centrales ERNC que iniciaron su construcción fueron las centrales solares Antay (9 MW), Los Loros (53 MW), Panquehue II (6 MW) y Santiago Solar (120 MW); las centrales eólicas Cabo Leones I (Fase I, 115 MW), Punta Sierra (82 MW) y Sarco (170 MW); y la central mini hidro Convento Viejo (14 MW). En cuanto a las centrales convencionales, iniciaron su construcción en el periodo 2016-2027 la central a gas Aconcagua (77 MW) y la central diésel Degañ 2 (16 MW). En el caso del Sing, inició su construcción en el período 2016-2017 la central solar Usya (25 MW).

### Progreso brecha anterior en transmisión

La inversión estimada durante el periodo 2016-2017 en el segmento de transmisión equivale a 140 millones de dólares, de los cuales 114 millones de dólares corresponden a obras en el SIC, y el monto restante (26 millones de dólares) corresponde a obras en el Sing.

En el caso del SIC, las mayores inversiones se debieron principalmente por la modificación de la compensación serie de la Nueva Línea Polpaico-Pan de Azúcar 2x500 kv (44,9 millones de dólares) y el nuevo transformador 500/220 kv (750 MVA) en la subestación Cumbres (25,6 millones de dólares).

En el caso del Sing, las inversiones se debieron principalmente a trabajos en las subestaciones Parinacota (6,5 millones de dólares), Laberinto (4,7 millones de dólares), Cóndores (5,5 millones de dólares), El Cobre (3,6 millones de dólares) y Pozo Almonte (3,0 millones de dólares).

### Progreso brecha anterior en distribución

La inversión estimada durante el período 2016-2017 en el segmento de distribución equivale a 130 millones de dólares, de los cuales 94 millones de dólares corresponden a requerimientos en redes de distribución del SIC, 28 millones de dólares corresponden a requerimientos en redes de distribución del Sing, mientras que 8 millones de dólares corresponden a requerimientos en redes de distribución de sistemas medianos (Aysén y Magallanes).

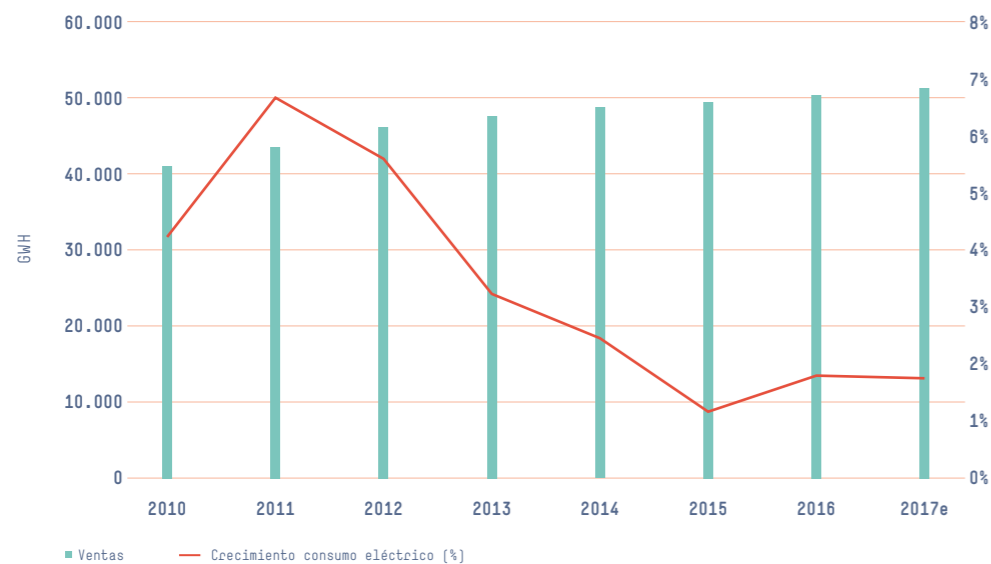
## Demanda y capacidad instalada en 2017

El consumo del SIC estimado para el año 2017 es de 51.379 GWh/año, lo que implica una tasa de crecimiento anual para los últimos 5 años de 2,1% (Figura 2.6). El crecimiento de la demanda del sistema tiene dos motores principales: clientes regulados y demanda industrial. La tasa de crecimiento de los clientes regulados es más bien continua y sus proyecciones generalmente se basan en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Por otro lado, la demanda industrial tiene un perfil de evolución por etapas, ya que está estrechamente relacionada con las proyecciones de grandes proyectos industriales.

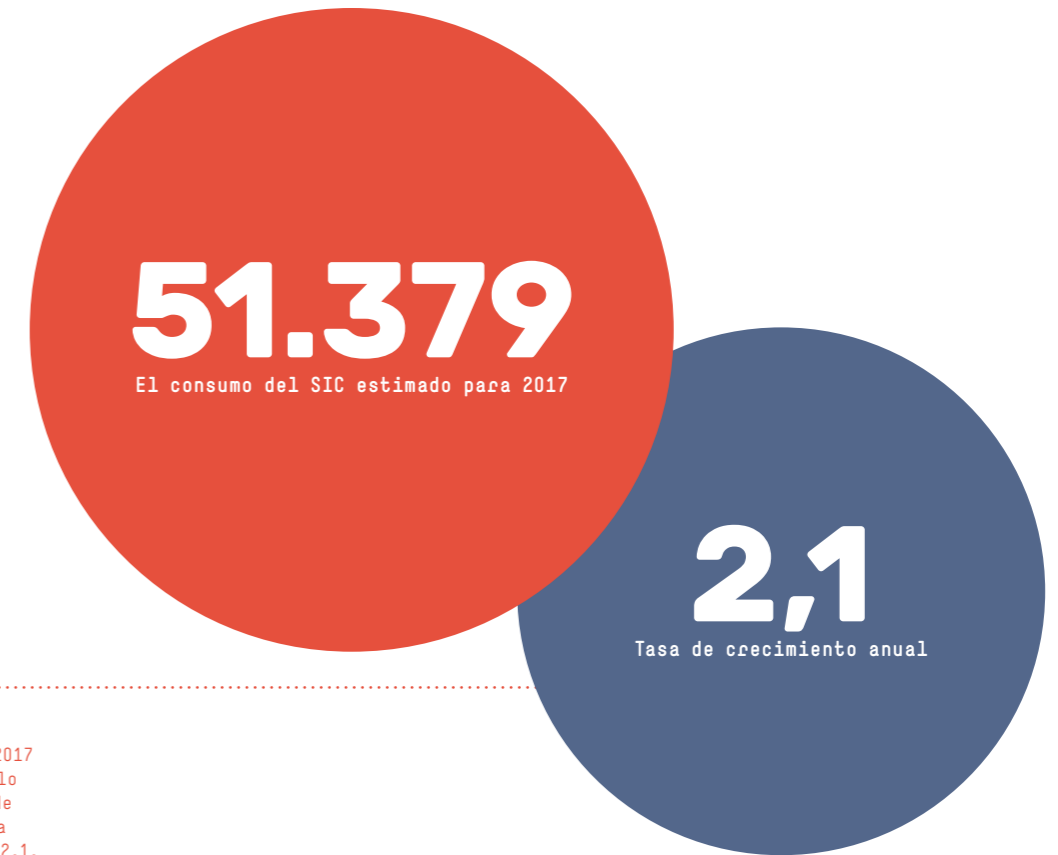
El consumo del Sing estimado para el año 2017 es de 17.050 GWh/año, lo que implica una tasa de crecimiento anual para los últimos 5 años de 2,8% (Figura 2.7). Debido a la composición de la demanda del Sing (casi el 90% del total de la energía consumida proviene de clientes no regulados), se tiene un perfil de evolución por etapas o escalones, ya que el crecimiento está estrechamente relacionado con nuevos proyectos mineros intensivos en consumo de energía eléctrica.

### Evolución anual de las ventas de energía en el SIC

> FIGURA 2.6



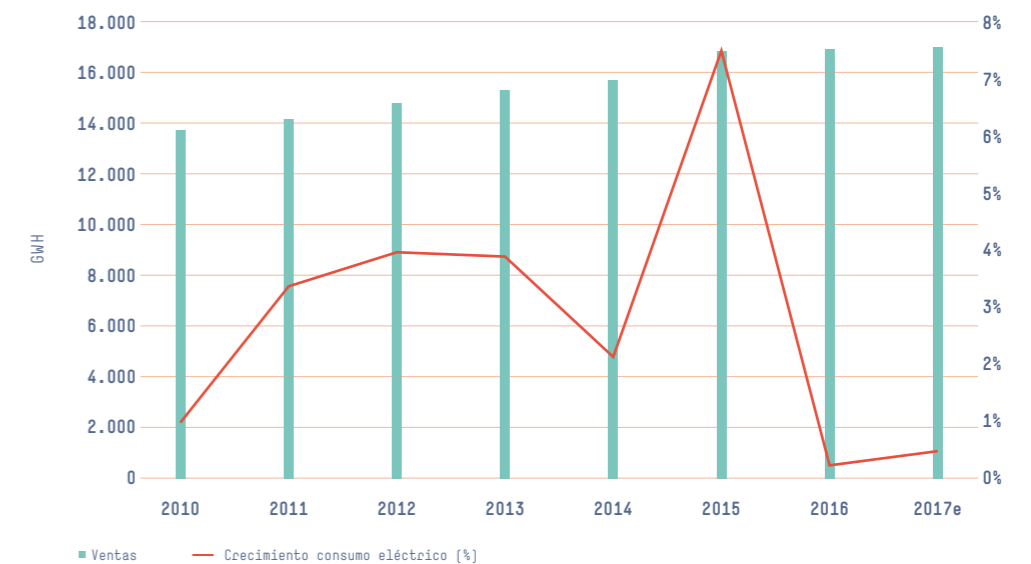
Fuente [2.6-2.7]:  
CEN, CNE,  
elaboración  
propia.



El consumo del SIC estimado para el año 2017 es de 51.379 GWh/año, lo que implica una tasa de crecimiento anual para los últimos 5 años de 2,1.

### Evolución anual de las ventas de energía en el Sing

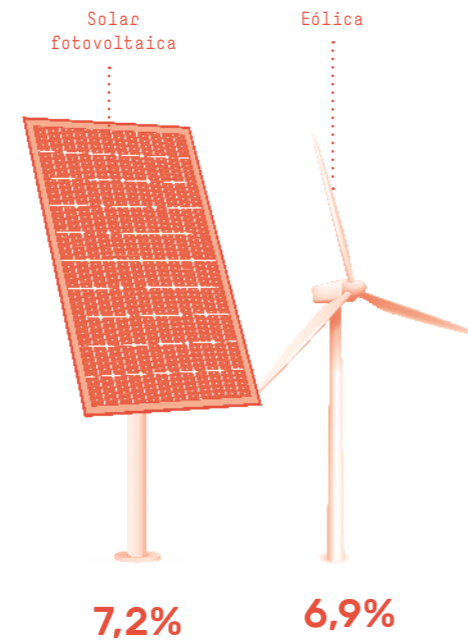
> FIGURA 2.7





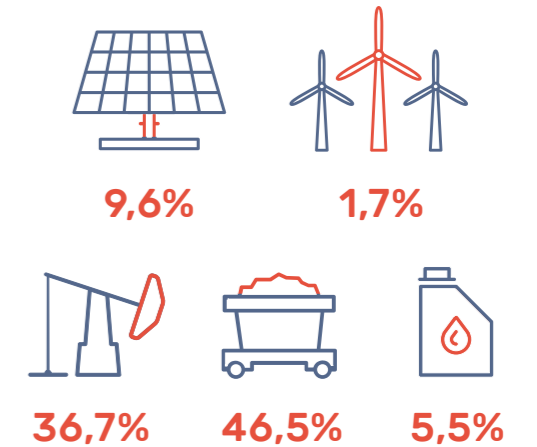
En relación a la capacidad instalada de generación en el SIC, la fuente de suministro más importante proviene de las tecnologías térmicas, donde las centrales de gas, carbón y diésel representan el 45% de la capacidad total instalada. Las centrales hidroeléctricas están en segundo lugar, representando un 38% de la capacidad, concentradas mayormente en el centro y sur de Chile<sup>7</sup>. Adicionalmente, en los últimos años y en gran medida debido a la Ley 20.698, la cual propicia la ampliación de la matriz energética mediante fuentes renovables no convencionales y que aumentó a un 20% la meta ERNC para el año 2025, la capacidad instalada de fuentes ERNC se ha incrementado significativamente, representando un 7,2% de la capacidad instalada en el caso de la tecnología solar fotovoltaica, y un 6,9% en el caso de la energía eólica, a octubre de 2017. En el año 2015, se instalaron alrededor de 487 MW ERNC, mientras que en 2016, este número aumentó a 714 MW, aproximadamente<sup>8</sup>. La Figura 2.8 muestra la evolución de la capacidad instalada en el SIC.

Capacidad instalada de fuentes ERNC



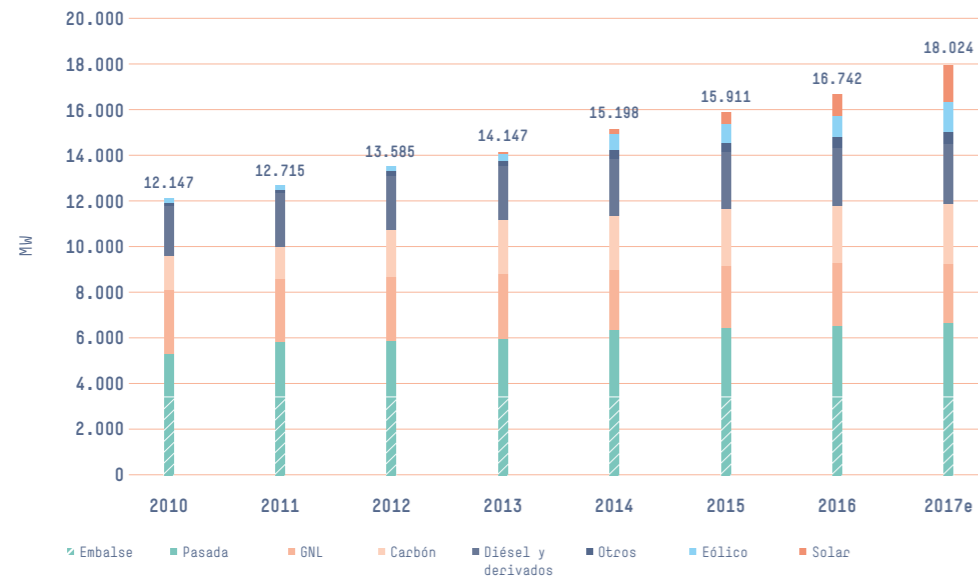
La contribución de la generación de energía hidroeléctrica (represas y centrales de pasada) es muy variable de un año a otro. A modo de ejemplo, de un análisis histórico de la generación anual del SIC la hidroelectricidad tuvo una contribución mínima de 36% en 2016 debido a una intensa sequía, y un aporte máximo de 76% en 1997. Desde 1997, el rápido aumento en el uso de gas natural caracterizó la evolución del parque generador, pero esta tendencia terminó abruptamente en el año 2004 luego del inicio de los cortes del gas importado desde Argentina. En reemplazo del gas natural, las unidades de ciclo combinado han sido adaptadas para operar con diésel. En el caso del Sing, para abastecer los nuevos proyectos mineros se han incorporado nuevas centrales de generación eléctrica en los últimos dos años. En efecto, durante el año 2015, 769 MW de nueva capacidad en centrales a carbón se instaló en el Sing<sup>9</sup>, mientras que en 2016 entraron en operación más de 1.000 MW en tecnologías convencionales<sup>10</sup>.

A octubre de 2017 la capacidad de energía solar fotovoltaica corresponde al 9,6% de la capacidad total instalada en el Sing, la capacidad de energía eólica al 1,7%, la capacidad en gas natural al 36,7%, la capacidad instalada en carbón al 46,5%, y la capacidad en diésel y otros al 5,5%. La Figura 2.9 muestra la evolución de la capacidad instalada en el Sing.



Evolución de la capacidad instalada del SIC

> FIGURA 2.8

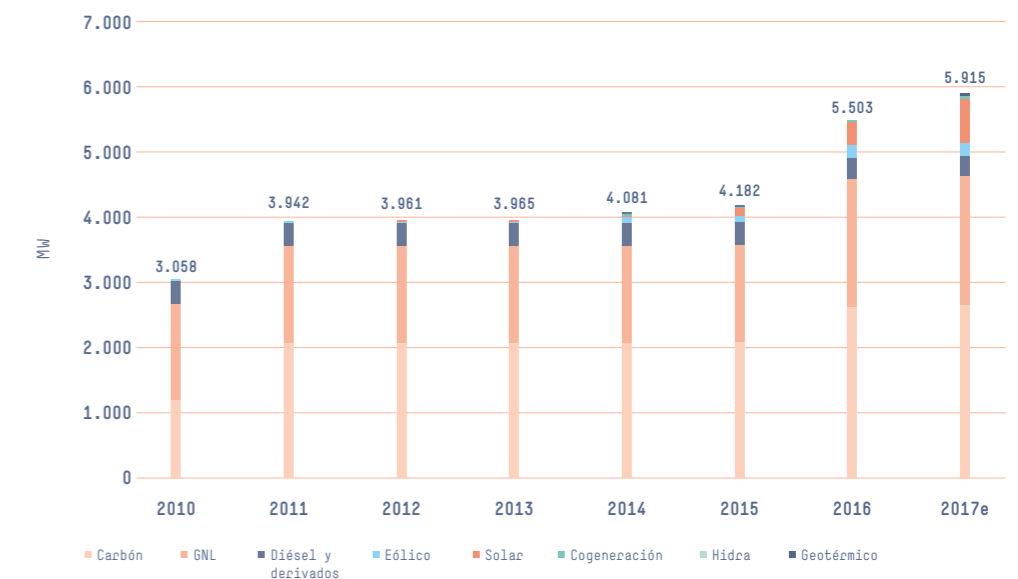


Fuente (2.8-2.9): CEN.

7. Valores a diciembre de 2016.  
8. De acuerdo a datos obtenidos del Portal Energía Abierta de la CNE.

Evolución de la capacidad instalada en el Sing

> FIGURA 2.9



9. Centrales eléctricas de Hornitos y Andina con 149 MW cada una, y la central de Angamos, con una capacidad total instalada de 471 MW en dos unidades.  
10. De acuerdo a datos obtenidos del Portal Energía Abierta de la CNE.

### Cumplimiento de la Ley ERNC

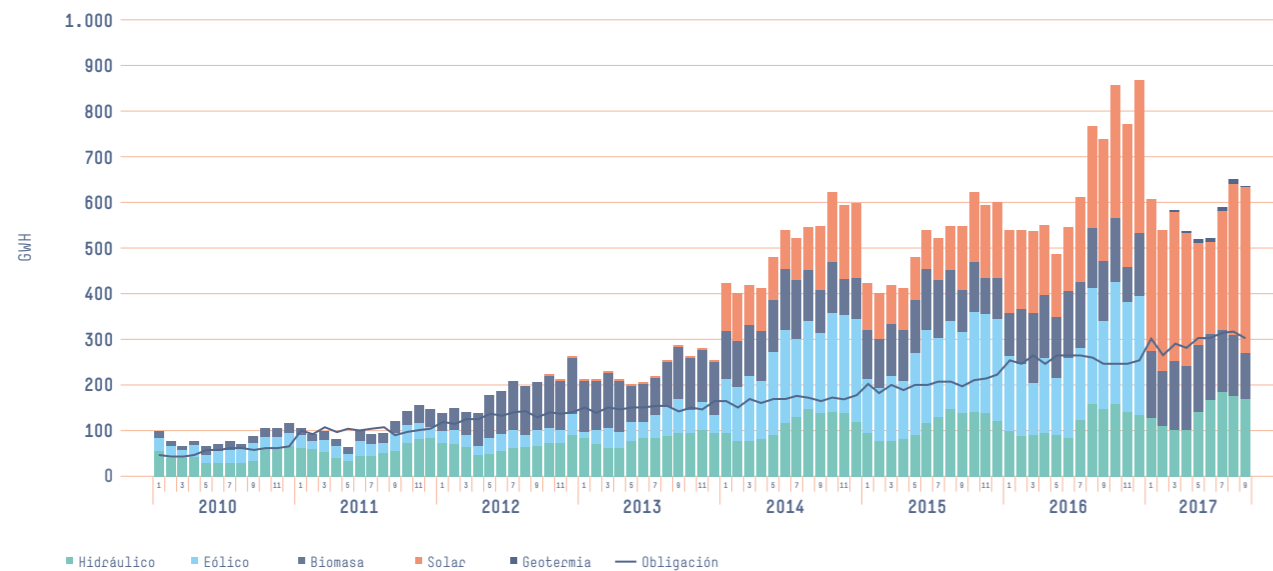
La Figura 2.10 muestra el balance ERNC mensual desde que la Ley ERNC comenzó su aplicación en el año 2010. Es importante mencionar que para efectos de los cargos que contempla la Ley, el balance es realizado de manera anual, por lo que el déficit observado en ciertos meses no tiene impacto en tanto se complete la cuota en el balance anual.

Desde la entrada en vigencia de la Ley de ERNC la cuota siempre se ha cumplido, existiendo mayor generación ERNC que demanda afecta a esta normativa. Esto ha derivado en una sobreoferta de energía renovable no convencional, resultando en que el precio de transacción de los atributos ERNC haya disminuido progresivamente en el tiempo, al punto de observarse durante el último año valores por debajo de 1 US\$/MWh.

Atributo ERNC a septiembre de 2017

> FIGURA 2.10

Fuente: CEN.



Para 2018 se espera que en el SEN entren en operación alrededor de 497 MW de capacidad eólica, donde destacan las centrales Sarco (170 MW), Aurora (129 MW) y Cabo Leones I (115 MW).



# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

Las necesidades de inversión entre los años 2018 y 2027 dependen del crecimiento del consumo de electricidad, la capacidad de generación actualmente disponible, de los proyectos actualmente en construcción y aquellos que reúnen las condiciones para desarrollarse en el corto-mediano plazo, y del costo de inversión y operación de las tecnologías disponibles. Mientras mayor sea el crecimiento del consumo de electricidad, mayor será el requerimiento de inversión en infraestructura en generación, transmisión y distribución.

## Proyecciones del consumo de energía

El consumo de electricidad del sistema eléctrico nacional está directamente relacionado con el crecimiento económico del país, específicamente el PIB, y la señal de precio que percibe el consumidor. Para satisfacer la demanda eléctrica es necesario contar con proyectos de generación capaces de suministrar la energía demandada, proyectos de transmisión para transportar la energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta las subestaciones de distribución, y redes de distribución para transportar la energía hacia los consumidores finales.

Para proyectar el crecimiento de la demanda del SIC, se consideró la correlación histórica existente entre el PIB<sup>11</sup> y la generación bruta de dicho sistema, obteniéndose una relación aproximada de 1:1 entre ambas variables. Se debe tener en cuenta que parte

importante de la demanda del SIC corresponde a clientes residenciales, o pequeñas y medianas industrias y comercios, cuyo consumo de energía depende en forma importante del crecimiento de la economía.

Por otra parte, la demanda del Sing se caracteriza por una importante componente minera e industrial de gran escala. Por ejemplo, durante el año 2016 el 89% de la demanda del sistema correspondió a retiros efectuados por clientes libres, siendo estos principalmente clientes mineros. Dado lo anterior, el crecimiento de la demanda en el Sing es mediante escalones discretos, haciéndose necesaria la modelación explícita de los nuevos proyectos de demanda. Para esto se recopiló información entregada por los mismos clientes del Sing al CEN, la que se ajustó según la última información pública disponible tanto de Cochilco como de prensa. Por su parte, para los clientes regulados se considera una tasa de crecimiento igual a la de los clientes regulados del SIC.

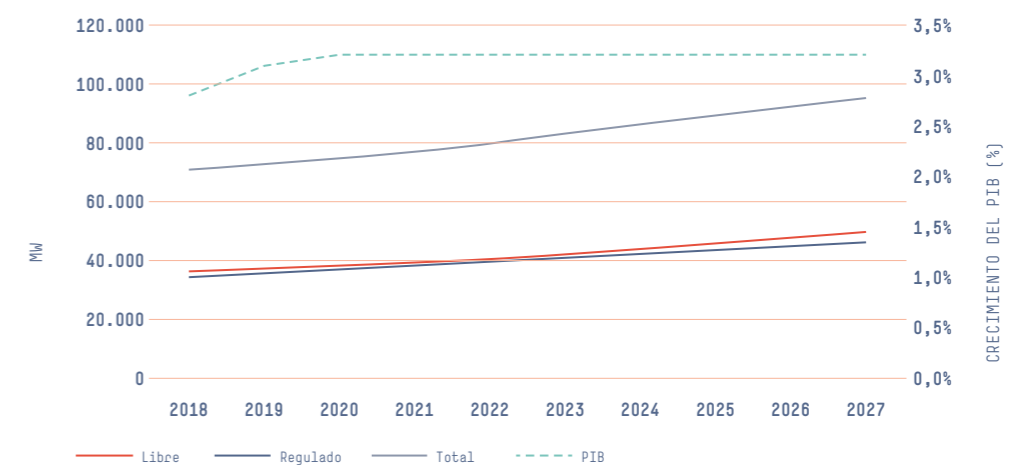
En cuanto a la señal de precio y, como se ha dicho anteriormente, los últimos procesos de licitaciones de suministro a clientes regulados han mostrado bajos precios de adjudicación, permitiendo que, en el futuro, los precios de las tarifas a lo largo del país sean menores a los actuales. Por esto, y junto con el crecimiento del PIB proyectado, es que se espera que la demanda del SEN crezca en promedio un 3,3% anual entre los años 2018 y 2027.

La Figura 2.11 muestra la proyección del crecimiento del consumo de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional y la proyección del crecimiento del PIB entre los años 2018 y 2027.

11. La proyección del PIB considerada para estimar el consumo de energía en el SIC en el periodo 2018-2027 corresponde al Escenario Base entregado por la Cámara Chilena de la Construcción.

Fuente: elaboración propia a base de la proyección de PIB de la CChC, Escenario Base.

Crecimiento del consumo de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional, 2018-2027 > FIGURA 2.11



## Necesidades de inversión en generación

Actualmente un número importante de centrales de generación se encuentran en construcción, fundamentalmente como resultado de las licitaciones para el suministro de clientes regulados de los últimos años (2013/03 2º llamado - diciembre 2014; 2015/02 - octubre 2015; 2015/01 - agosto 2016; 2017/01 - noviembre 2017). En estas se licitaron casi 29.000 GWh anuales, adjudicándose un número importante de proyectos futuros incluyendo tecnologías renovables no convencionales. La incorporación de bloques horarios a partir de la licitación 2013/03 2º llamado permitió que generadores no convencionales pudiesen

realizar ofertas por un número limitado de horas en el día, dando los incentivos necesarios para que los procesos de licitación posteriores fueran altamente competitivos, atrayendo a nuevos inversionistas al sector.

Producto de esto y de la baja en los costos de desarrollo de tecnologías ERNC, para el año 2018 se espera que en el SEN entren en operación alrededor de 497 MW de capacidad eólica, donde destacan las centrales Sarco (170 MW), Aurora (129 MW) y Cabo Leones I (115 MW). También se espera la entrada en operación de 98 MW de capacidad solar fotovoltaica que corresponden a la central Huatacocondo.

En cuanto a las centrales convencionales del SEN, destaca la entrada en operación de la central de embalse Los Cóndores (150 MW) para el año 2020. También es importante considerar el ingreso de las centrales de pasada Las Lajas (267 MW) y Alfalfal II (264 MW), ambas pertenecientes al proyecto Alto Maipo. Finalmente, se espera que entre en operación la unidad 1 de la central Infraestructura Energética Mejillones (375 MW) en el año 2018.

La Tabla 2.3 muestra las centrales que a la fecha de elaboración del presente informe están efectivamente en construcción en el SEN, y que entrarían en operación entre los años 2018 y 202.

La Tabla 2.4 muestra el detalle de inversión (en MMUS\$) para las centrales en construcción presentadas anteriormente.

Para efectos de establecer la brecha de inversión en generación hasta 2027, se consideraron principalmente los proyectos adjudicados en los últimos procesos de licitaciones de suministro (procesos 2013/03 2º llamado, 2015/01, 2015/02 y 2017/01), cuya construcción aún no se ha iniciado pero que deberían desarrollarse en el período 2018-2027.

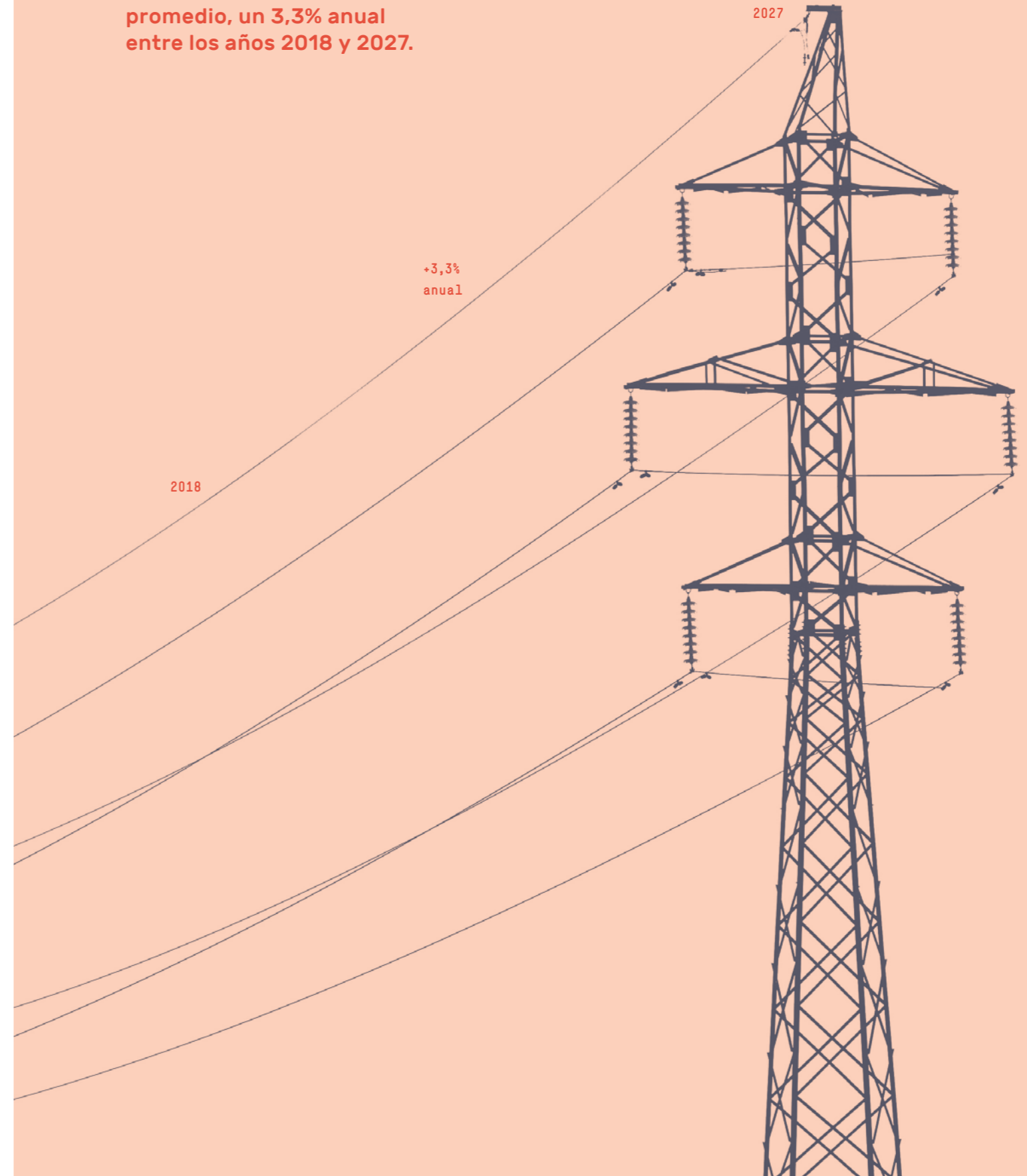
Bajo este escenario, los proyectos adjudicados se materializarán y permitirán añadir capacidad adicional al sistema reduciendo los costos marginales del SEN. En efecto, se estima que se añadirán 2.876 MW de capacidad ERNC y 640 MW de capacidad convencional en el SEN entre los años 2018 y 2027, como se muestra en la Tabla 2.5.

La Tabla 2.6 muestra el detalle de inversión (en MMUS\$) para las centrales licitadas presentadas anteriormente.



Se estima que se añadirán 2.876 MW de capacidad ERNC y 640 MW de capacidad convencional en el SEN entre los años 2018 y 2027.

Se espera que la demanda del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) crezca, en promedio, un 3,3% anual entre los años 2018 y 2027.



Centrales en construcción en el SEN (MW) &gt; TABLA 2.3

Fuente: Elaboración propia.

AÑO DE ENTRADA	CONVENCIONAL (MW)					TOTAL CONVENCIONAL	ERNC (MW)					TOTAL ERNC	TOTAL
	EMBALSE	PASADA	CARBÓN	GAS	DIÉSEL		MINI HIDRO	SOLAR	CONC. SOLAR	EÓLICA	GEO-TÉRMICA		
2018	-	17	375	77	-	469	14	98	-	497	-	609	1.078
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	-	110	110
2020	150	531	-	-	-	681	-	-	-	-	-	-	681
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	136	-	-	-	136	-	-	-	-	-	-	136
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	170	-	-	-	170	-	-	-	-	-	-	170
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>854</b>	<b>375</b>	<b>77</b>	<b>-</b>	<b>1.456</b>	<b>14</b>	<b>98</b>	<b>110</b>	<b>497</b>	<b>-</b>	<b>719</b>	<b>2.175</b>
Participación	10,3%	58,7%	25,8%	5,3%	-	100,0%	1,9%	13,6%	15,3%	69,1%	-	100,0%	
P. Total	6,9%	39,3%	17,2%	3,5%	-	67,0%	0,6%	4,5%	5,1%	22,8%	-	33,0%	100,0%

118

Inversión en centrales en construcción en el SEN (MMUS\$) &gt; TABLA 2.4

Fuente: Elaboración propia.

AÑO DE ENTRADA	CONVENCIONAL (MMUS\$)					TOTAL CONVENCIONAL	ERNC (MMUS\$)					TOTAL ERNC	TOTAL
	EMBALSE	PASADA	CARBÓN	GAS	DIÉSEL		MINI HIDRO	SOLAR	CONC. SOLAR	EÓLICA	GEO-TÉRMICA		
2018	-	65	1.000	80	-	1.145	25	152	-	977	-	1.153	2.298
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	1.300	-	-	1.300	1.300
2020	792	2.500	-	-	-	3.292	-	-	-	-	-	-	3.292
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	420	-	-	-	420	-	-	-	-	-	-	420
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	650	-	-	-	650	-	-	-	-	-	-	650
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>792</b>	<b>3.635</b>	<b>1.000</b>	<b>80</b>	<b>-</b>	<b>5.507</b>	<b>25</b>	<b>152</b>	<b>1.300</b>	<b>977</b>	<b>-</b>	<b>2.453</b>	<b>7.960</b>
Participación	14,4%	66,0%	18,2%	1,5%	-	100,0%	1,0%	6,2%	53,0%	39,8%	-	100,0%	
P. Total	9,9%	45,7%	12,6%	1,0%	-	69,2%	0,3%	1,9%	16,3%	12,3%	-	30,8%	100,0%

Centrales licitadas en el SEN (MW) &gt; TABLA 2.5

Fuente: Elaboración propia.

AÑO DE ENTRADA	CONVENCIONAL (MW)					TOTAL CONVENCIONAL	ERNC (MW)					TOTAL ERNC	TOTAL
	EMBALSE	PASADA	CARBÓN	GAS	DIÉSEL		MINI HIDRO	SOLAR	CONC. SOLAR	EÓLICA	GEO-TÉRMICA		
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	15	279	-	1.644	-	1.938	1.938
2022	-	-	-	640	-	640	-	50	-	498	-	548	1.188
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	205	-	185	-	390	390
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>640</b>	<b>-</b>	<b>640</b>	<b>15</b>	<b>534</b>	<b>-</b>	<b>2.328</b>	<b>-</b>	<b>2.876</b>	<b>3.516</b>
Participación	-	-	-	100,0%	-	100,0%	0,5%	18,6%	-	80,9%	-	100,0%	
P. Total	-	-	-	18,2%	-	18,2%	0,4%	15,2%	-	66,2%	-	81,8%	100,0%

119

Inversión en centrales licitadas en el SEN (MMUS\$) &gt; TABLA 2.6

Fuente: Elaboración propia.

AÑO DE ENTRADA	CONVENCIONAL (MMUS\$)					TOTAL CONVENCIONAL	ERNC (MMUS\$)					TOTAL ERNC	TOTAL
	EMBALSE	PASADA	CARBÓN	GAS	DIÉSEL		MINI HIDRO	SOLAR	CONC. SOLAR	EÓLICA	GEO-TÉRMICA		
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	45	322	-	2.601	-	2.968	2.968
2022	-	-	-	804	-	804	-	93	-	852	-	945	1.749
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	245	-	266	-	511	511
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>804</b>	<b>-</b>	<b>804</b>	<b>45</b>	<b>661</b>	<b>-</b>	<b>3.719</b>	<b>-</b>	<b>4.424</b>	<b>5.228</b>
Participación	-	-	-	100,0%	-	100,0%	1,0%	14,9%	-	84,1%	-	100,0%	
P. Total	-	-	-	15,4%	-	15,4%	0,9%	12,6%	-	71,1%	-	84,6%	100,0%

Se observa que los proyectos de generación que ingresarán son en su gran mayoría de tipo ERNC, lo que permitirá cumplir con un amplio margen la cuota de energías renovables no convencionales para el año 2025.

Adicionalmente, los nuevos requerimientos en generación pueden ser categorizados según la región en la que se construirá la infraestructura. La Tabla 2.7 muestra las inversiones en centrales licitadas en el segmento de generación.

En la Tabla 2.8 se muestra el total (potencial) de capacidad instalada en el SEN.

Por otra parte, se estima que no se necesitan requerimientos adicionales de inversión en generación, ya que la capacidad de todos los proyectos adjudicados en los últimos procesos de licitaciones de suministro que aún no se encuentran en construcción, es suficiente para abastecer en forma eficiente el consumo de electricidad estimado para el mismo período.

#### Inversión en centrales licitadas en el SEN (MMUS\$)

> TABLA 2.7

Fuente:  
Elaboración propia.

REGIÓN (MMUS\$)	GENERACIÓN		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Arica y Parinacota	0	0	0
Tarapacá	127	0	127
Antofagasta	791	71	862
Atacama	656	0	656
Coquimbo	0	285	285
Valparaíso	17	0	17
Metropolitana	0	0	0
O'Higgins	58	0	58
Maule	0	0	0
Biobío	2.788	155	2.943
Araucanía	0	0	0
Los Ríos	280	0	280
Los Lagos	0	0	0
Aysén	0	0	0
Magallanes y Antártica Chilena	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.717</b>	<b>511</b>	<b>5.228</b>

#### Capacidad instalada potencial SEN (MW)

> TABLA 2.8

Fuente:  
Elaboración propia.

TIPO DE REQUERIMIENTO	SEN		
	CONVENCIONAL	ERNC	TOTAL
Capacidad instalada al 31/12/2017	19.180	4.759	23.939
En construcción	1.456	719	2.175
Proyectos futuros (licitaciones)	640	2.876	3.516
<b>TOTAL</b>	<b>21.276</b>	<b>8.354</b>	<b>29.630</b>

## Necesidades de inversión en transmisión

La Ley 20.936 o Ley de Transmisión, promulgada en julio de 2016, indica que anualmente la CNE debe realizar la planificación de la transmisión con un horizonte de al menos 20 años. Esta planificación debe abarcar las obras de expansión necesarias del sistema de transmisión nacional, de polos de desarrollo, zonal y dedicadas utilizadas por concesionarias de servicio público de distribución para el suministro de usuarios sometidos a regulación de precios, o necesarias para entregar dicho suministro, según corresponda.

Adicionalmente, y de acuerdo a la Ley de Transmisión, el CEN propone anualmente un plan de expansión de los sistemas de transmisión, con el fin de identificar y eliminar las congestiones futuras en estos sistemas. Este plan forma parte del proceso que realiza la CNE en la planificación de la transmisión, y que esta última utiliza para complementar su plan de expansión. Así, la forma más directa de estimar las necesidades de proyectos en transmisión es utilizando los últimos planes de expansión publicados por la CNE.

Para efectos de establecer la brecha de inversión en transmisión hasta 2027, se consideraron las obras incluidas en los decretos con el plan de expansión del sistema nacional que aún no han sido licitadas, o que todavía

no tienen su estudio de impacto ambiental aprobado, aspecto necesario para dar inicio a la construcción. También se consideran las obras del plan de expansión zonal que estén en las mismas condiciones anteriores (aún en licitación o sin calificación de impacto ambiental).

Sin perjuicio de lo anterior, a partir de 2025 se consideran algunas obras de expansión complementarias genéricas (principalmente líneas y transformadores), de manera de descongestionar algunas zonas del sistema que presentarían problemas de transmisión en el mediano y largo plazo. Estas obras se planifican a partir de 2025, asumiendo que un período de siete años es un tiempo razonable para que la CNE identifique la necesidad de estas obras, se realice el proceso de licitación respectivo, y la empresa adjudicada logre obtener los permisos, financiamiento y la construcción en sí. Este criterio de planificación está en línea con la Ley de Transmisión, que tiene como objetivo desarrollar un sistema de transmisión robusto y con la holgura necesaria para fomentar un mercado de generación eficiente y competitivo que no se vea afectado por problemas de transmisión. El análisis de la brecha de inversión al 2027 excluye aquellas líneas, transformadores y subestaciones que a la fecha están efectivamente en construcción.

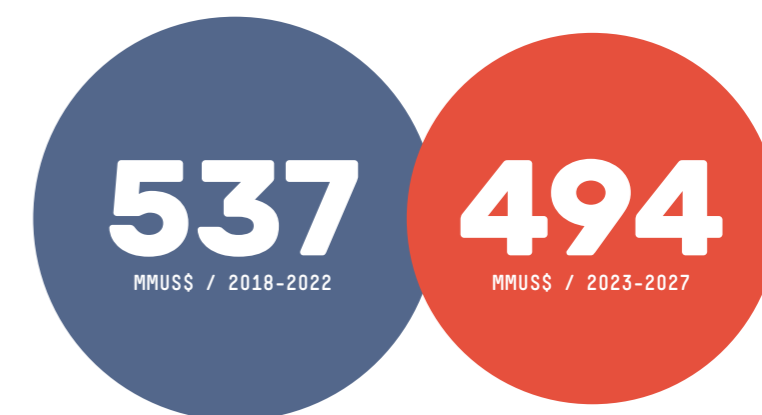
## Principales Inversiones en transmisión en el SEN por período

### 24 obras:

11 líneas  
(MMUS\$ 275)  
6 transformadores  
(MMUS\$ 156)  
8 subestaciones  
(MMUS\$ 106)

### 13 obras:

11 líneas  
(MMUS\$ 428)  
2 transformadores  
(MMUS\$ 66)



En el sistema nacional del SEN se incorporarían 24 obras por un monto de 537 millones de dólares entre los años 2018 y 2022, dentro de las que se consideran 11 líneas con una inversión de 275 millones de dólares, 6 transformadores con una inversión de 156 millones de dólares y 8 subestaciones con una inversión de 106 millones de dólares. Para el período 2023-2027 se proyectan 13 obras nuevas por un monto de 494 millones de dólares. Las obras a desarrollar se dividen en 11 líneas con una inversión de 428 millones de dólares y 2 transformadores con una inversión de 66 millones de dólares.

También se proyecta una importante inversión en nuevas obras de transmisión zonal, decretadas por la autoridad como parte del impulso a la expansión de este segmento bajo el nuevo marco regulatorio. De esta forma, se incluyen 87 obras por 440 millones de dólares que deberían estar en operación entre el año 2018 y 2022. Para el período 2023-2027, se proyecta la construcción de 11 obras por un monto de 322 millones de dólares, donde destaca la construcción de la línea Mataquito-Nueva Nirivilo-Nueva Cauquenes-Dichato-Hualqui con una inversión estimada de 192 millones de dólares. La Tabla 2.9 muestra el detalle de la inversión en obras de transmisión.

#### Detalle expansiones en transmisión

> TABLA 2.9

CATEGORÍA (MMUS\$)	NACIONAL	ZONAL	TOTAL
Construcción	1.694	285	1.979
Licitada	500	197	697
Decretada	241	564	805
Expansión	290	-	290
<b>TOTAL</b>	<b>2.725</b>	<b>1.046</b>	<b>3.771</b>
<b>PROYECTOS FUTUROS (LICITADOS, DECRETADOS Y EXPANSIÓN)</b>			
2018	118	-	118
2019	28	148	176
2020	238	135	373
2021	136	75	211
2022	17	82	99
2023	96	322	418
2024	108	-	108
2025-2027	290	-	290
<b>TOTAL (LICITADOS, DECRETADOS Y EXPANSIÓN)</b>	<b>1.031</b>	<b>762</b>	<b>1.793</b>

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, los nuevos requerimientos en transmisión pueden ser categorizados según la región en la que se construirá la infraestructura. La Tabla 2.10 muestra los requerimientos de inversión en los segmentos de transmisión Nacional y Zonal por región.

#### Detalle expansiones en transmisión por región

> TABLA 2.10

REGIÓN (MMUS\$)	NACIONAL	ZONAL	TOTAL
Arica y Parinacota	0	4	4
Tarapacá	107	2	109
Antofagasta	230	26	256
Atacama	91	12	103
Coquimbo	195	6	201
Valparaíso	3	87	90
Metropolitana	241	90	331
O'Higgins	15	29	44
Maule	2	232	234
Biobío	27	200	227
Araucanía	0	54	54
Los Ríos	6	13	19
Los Lagos	114	7	121
Aysén	0	0	0
Magallanes y Antártica Chilena	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1.031</b>	<b>762</b>	<b>1.793</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Necesidades de inversión en distribución

Las redes de distribución son diseñadas para entregar el suministro a clientes regulados (residenciales, industriales o comerciales) y clientes libres (grandes industrias) ubicados en las zonas de concesión de servicio público de distribución. Dichas redes deben ser capaces de soportar la demanda máxima del sistema durante el año, evitando fallas o interrupciones en el suministro según lo que establezca la normativa técnica vigente.

Debido a lo anterior, es necesario planificar los sistemas de distribución eléctrica en el corto, mediano y largo plazo para estimar correctamente las necesidades de inversión que se necesitan para hacer frente al crecimiento de demanda. En este sentido, la normativa vigente establece que la CNE encarga un estudio de Valor Agregado de Distribución (VAD) cada cuatro años para fijar las tarifas de las distribuidoras eléctricas, el cual considera los costos fijos por concepto de gastos de administración, facturación y atención del usuario, independiente de su consumo; pérdidas medias de distribución en potencia y energía; y costos estándares de inversión, mantenimiento y operación asociados a la distribución. Los costos anuales de inversión se calculan considerando el Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) de las instalaciones adaptadas a la demanda, entre otros.

Precisamente es el VNR el que se debe proyectar para estimar los requerimientos de inversión en distribución, tomando en cuenta el crecimiento de la demanda de las distribuidoras eléctricas en los próximos años.

Para lo anterior se utilizaron los estudios de VAD de 2016 de las empresas distribuidoras que representan las áreas típicas respectivas, con el fin de obtener un precio unitario por MW adicional de demanda. Adicionalmente se utiliza la proyección de demanda de Systep para clientes regulados de todas las distribuidoras a lo largo del sistema eléctrico nacional, junto con la proyección de demanda de los Estudios de Planificación y Tarifación de los Sistemas Medianos 2015-2018<sup>12</sup> para Edelaysén y Edelmag, obteniéndose tanto los requerimientos de inversión como la capacidad adicional que se necesita en cada distribuidora eléctrica, del año 2018 al 2027. No se consideraron eventuales economías de escala.

Como resultado se estima que se necesitarán alrededor de 923 MW adicionales entre los años 2018 y 2022, los que suman 925 millones de dólares, y 1.154 MW adicionales entre los años 2023 y 2027, los que suman 1.013 millones de dólares. La Tabla 2.11 muestra los requerimientos de inversión y capacidad adicional en los sistemas de distribución del SEN entre los años 2018 y 2027.

12. Disponible en: <https://www.cne.cl/tarifacion/electrica/tarifacion-sistemas-medianos/>

### Requerimientos de inversión y capacidad adicional en distribución eléctrica, 2018-2027

> TABLA 2.11

AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
Capacidad adicional (MW)	140	179	193	201	210	216	223	231	238	246	2.077
Inversión (MMUS\$)	200	176	181	182	186	191	197	202	208	215	1.938

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, los nuevos requerimientos de inversión en distribución pueden ser categorizados según la región en la que se necesitará la nueva infraestructura. La Tabla 2.12 muestra los requerimientos de inversión en distribución eléctrica por región en el período 2018-2027.

### Requerimientos de inversión en distribución eléctrica, por región, 2018-2027

> TABLA 2.12

REGIÓN (MMUS\$)	DISTRIBUCIÓN		TOTAL
	2018-2022	2023-2027	
Arica y Parinacota	14	11	25
Tarapacá	16	11	27
Antofagasta	33	24	57
Atacama	18	14	32
Coquimbo	27	22	49
Valparaíso	184	172	356
Metropolitana	35	219	254
O'Higgins	58	54	112
Maule	94	86	180
Biobío	166	146	312
Araucanía	177	157	334
Los Ríos	13	9	22
Los Lagos	65	55	120
Aysén	17	24	41
Magallanes y Antártica Chilena	9	8	17
<b>TOTAL</b>	<b>926</b>	<b>1.012</b>	<b>1.938</b>

Fuente: Elaboración propia.



## Resumen

El segmento de generación es el que comprende la mayor parte de los proyectos de inversión de los próximos años, principalmente por las centrales en construcción y aquellas adjudicados en las últimas cuatro licitaciones de suministro para clientes regulados (2013/03, 2º llamado; 2015/02, 2015/01 y 2017/01). Entre los años 2018 al 2024 se espera que se concrete la inversión en los proyectos adjudicados en las licitaciones mencionadas anteriormente, equivalente a un monto de 5.228 millones de dólares. Este monto se obtiene principalmente de la inversión asociada a los proyectos licitados y en construcción, la que ha sido estimada por las propias empresas adjudicatarias, además de otras fuentes públicas como el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), e información de prensa. Es importante mencionar que entre los años 2025 y 2027 no se necesitarían nuevos proyectos de inversión, ya que la capacidad adicional que se agregaría al sistema con

los proyectos mencionados anteriormente sería suficiente para abastecer en forma eficiente la demanda del sistema.

En el sector transmisión, se estima que la inversión entre los años 2018-2027 sea de 1.793 millones de dólares. Como se mencionó anteriormente, este monto considera las obras que aún están en proceso de licitación, o aquellas cuyos permisos ambientales todavía no han sido obtenidos, además de algunas obras genéricas a partir del año 2025.

Finalmente, en el segmento de distribución se proyecta que se necesitarían 1.938 millones de dólares en el periodo 2018-2027. No obstante, los requerimientos de inversión entre los años 2025 y 2027 se verían reducidos producto de un menor crecimiento de demanda regulada. La Tabla 2.13 muestra los proyectos futuros, en millones de dólares, en los segmentos de generación, transmisión y distribución en el sistema eléctrico nacional, entre los años 2018 y 2027.

### Proyectos futuros en los segmentos de Generación, Transmisión y Distribución (MMUS\$) en periodo 2018-2027. > TABLA 2.13

AÑOS	SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL			TOTAL
	GENERACIÓN	TRANSMISIÓN	DISTRIBUCIÓN	
2018	-	118	200	318
2019	-	176	176	352
2020	-	372	181	553
2021	2.968	212	182	3.362
2022	1.749	99	186	2.034
2023	-	418	191	609
2024	511	108	197	816
2025	-	290	202	492
2026	-	-	208	208
2027	-	-	215	215
<b>2018-2027</b>	<b>5.228</b>	<b>1.793</b>	<b>1.938</b>	<b>8.959</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2.14 muestra los proyectos futuros, en millones de dólares, en los segmentos de generación, transmisión y distribución en el sistema eléctrico nacional separados por región, entre los años 2018 y 2027.

### Proyectos futuros en los segmentos de Generación, Transmisión y Distribución, por región, en el periodo 2018-2027 (MMUS\$) > TABLA 2.14

REGIÓN (MMUS\$)	GENERACIÓN	TRANSMISIÓN	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
Arica y Parinacota	0	4	24	28
Tarapacá	127	109	28	264
Antofagasta	862	256	56	1.174
Atacama	656	103	32	791
Coquimbo	285	200	49	534
Valparaíso	17	90	356	463
Metropolitana	0	331	253	584
O'Higgins	58	44	112	214
Maule	0	234	180	414
Biobío	2.943	226	313	3.482
Araucanía	0	54	334	388
Los Ríos	280	20	22	322
Los Lagos	0	121	120	241
Aysén	0	0	42	42
Magallanes y Antártica Chilena	0	0	17	17
<b>TOTAL</b>	<b>5.228</b>	<b>1.793</b>	<b>1.938</b>	<b>8.959</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Recomendaciones de acción

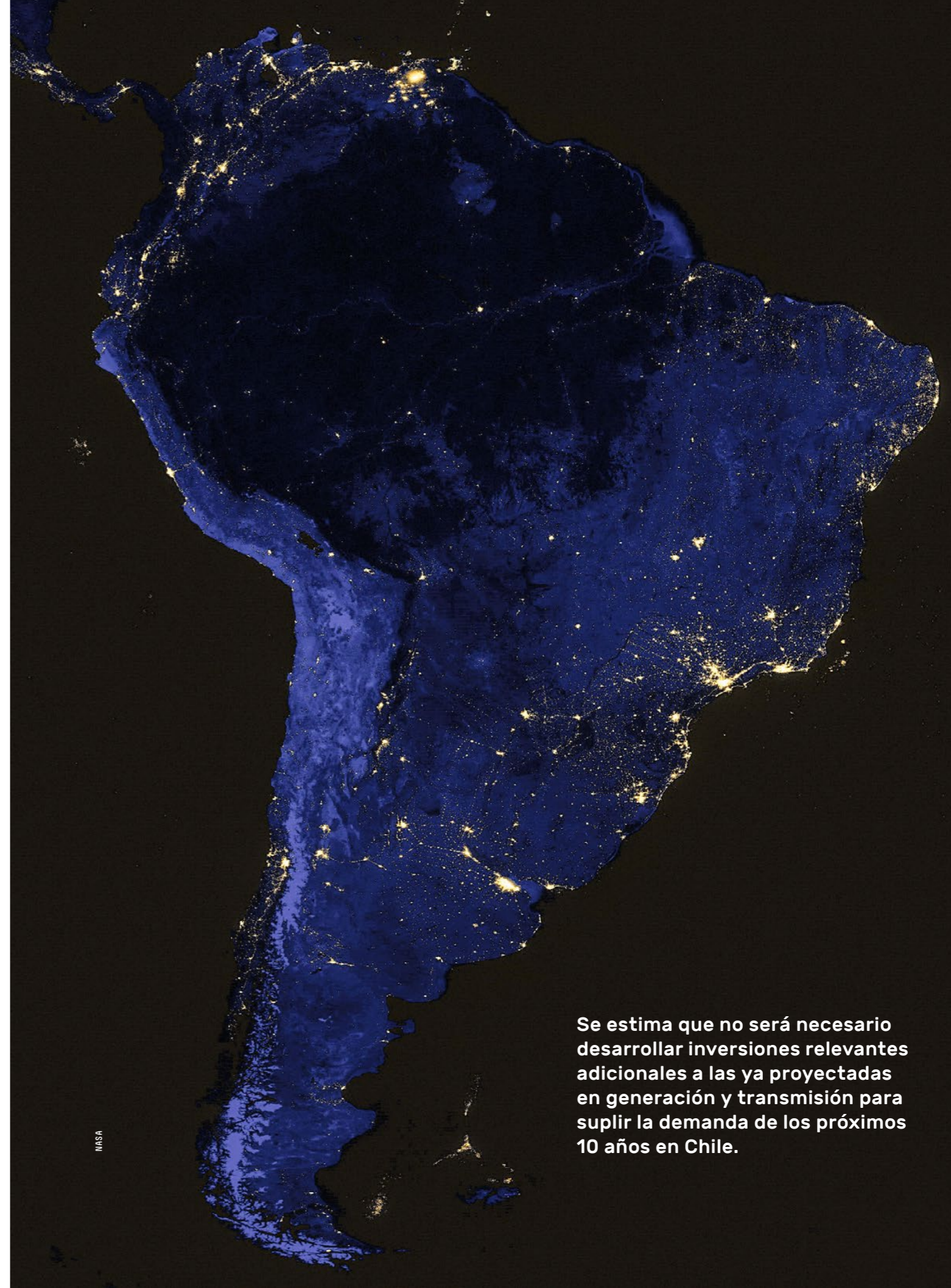
128

Durante los próximos 10 años no se necesitarán grandes inversiones adicionales a las identificadas en el presente informe en el sector eléctrico, específicamente en los sectores de generación y transmisión. En el primero, debido a las competitivas licitaciones de suministro para clientes regulados (desde el año 2014 en adelante, específicamente), existe una gran cantidad de proyectos de generación en construcción junto con un gran número de proyectos adjudicados, producto de las últimas licitaciones (especialmente la licitación 2013/03 2° llamado y 2015/01). Estos proyectos entrarían en operación en los próximos años, y serían suficientes para abastecer la demanda proyectada para los próximos 10 años. Incluso, no sería necesario invertir en otros proyectos de generación entre los años 2025 y 2027.

Gran parte de los proyectos adjudicados en las últimas licitaciones corresponden a proyectos de energía renovable, los que permitirían cumplir con holgura la meta dispuesta por la Ley ERNC de alcanzar un 20% de la matriz energética con fuentes renovables no convencionales para el año 2025. No obstante, existe la posibilidad de que ciertos proyectos no se materialicen, así como también puedan ser traspasados a terceros o se atrasen en su construcción, lo cual modificaría los montos de inversión indicados anteriormente.

En cuanto al sector de transmisión, existe un número importante de obras que actualmente se encuentran en construcción, dentro de las que destacan las obras que permitirán interconectar el SIC con el Sing y el nuevo sistema de 500 kV entre Cardones y Polpaico. Adicionalmente, existen líneas de transmisión que se encuentran adjudicadas, pero sin sus permisos ambientales aprobados, por lo que su construcción se iniciaría en los próximos años junto con aquellas obras que se encuentran en los decretos de expansión de la CNE, pero que aún no han sido licitadas. A pesar de lo anterior, desde el año 2025 en adelante es necesario complementar el plan de obras de transmisión con expansiones genéricas, las que ayudarían a descongestionar zonas que presentarían restricciones de transmisión en el mediano plazo.

En el caso del segmento de distribución, se espera un mayor crecimiento de la demanda regulada hasta el año 2025, la que luego tendría un menor dinamismo hasta el año 2027. De esta forma, se estima que las inversiones en distribución deberían mantenerse relativamente constantes en los próximos 10 años. En esta línea, medidas que promuevan la electromovilidad, la generación distribuida y la eficiencia energética repercutirían en la demanda del sector.



**Se estima que no será necesario desarrollar inversiones relevantes adicionales a las ya proyectadas en generación y transmisión para suplir la demanda de los próximos 10 años en Chile.**

## Redes de distribución en Santiago

Santiago tiene una de las redes de distribución eléctrica más grandes de Chile, cubriendo más de 1.800.000 clientes de los cuales gran parte pertenece al segmento de clientes regulados (residenciales, industriales y comerciales).

La ciudad de Santiago, por su condición geográfica, es susceptible a eventos naturales (temporales de lluvia y viento, y ocasionalmente nevazones) que pueden producir interrupciones masivas de suministro a clientes, derivando incluso en faltas prolongadas de suministro cuando la infraestructura eléctrica resulta dañada.

Por ejemplo, durante el año 2017 ocurrieron dos eventos (temporal de lluvia y nevazón) en donde, producto de caída de árboles sobre las redes, se produjo un nivel de daño importante sobre la infraestructura eléctrica (postes quebrados, conductores cortados, transformadores de distribución quemados, etc.) En este contexto, el servicio eléctrico tardó varios días en normalizarse completamente.

Para resolver el problema del daño a la infraestructura de distribución eléctrica, existen más de una opción:

- Una alternativa para disminuir el daño en la infraestructura eléctrica es planificar la tala y poda anticipada de los árboles que pudieran ser un peligro para la integridad de la red. Como la tala de árboles

es una medida extrema, se estima que esta debe ser acompañada de una replantación de especies que puedan coexistir con las redes, sin que estas últimas puedan ser dañadas.

- Otra opción es el soterramiento de redes, en donde la infraestructura eléctrica no está expuesta a los daños que pudiesen provocar la caída de árboles.

Para medir los impactos positivos de rediseñar la configuración de redes de distribución, este caso de estudio evalúa los potenciales beneficios netos de implementar medidas constructivas u operativas para aumentar la resiliencia del sistema. Como ejemplo base se examina cómo evitar, mediante la implementación de las alternativas anteriormente señaladas, el efecto que produjo la nevazón ocurrida en Santiago en julio de 2017, en un alimentador de referencia ubicado en la zona oriente de la ciudad.

El temporal de nieve, situación climática extraordinaria ocurrida en Santiago, afectó a gran parte de las comunas de la capital, registrándose cortes de suministro en, al menos, 250 mil hogares. Debido al peso de la nieve acumulada en las copas de los árboles, varios de estos cayeron sobre las redes de distribución, provocando cortes de conductores, caídas de postes y quemaduras de transformadores de distribución.

### Análisis costo-beneficio para resiliencia en infraestructura

Son varios los factores a ser considerados para determinar si una de las opciones mencionadas anteriormente es económicamente factible para mejorar la confiabilidad y resiliencia de la infraestructura de la red de distribución en el alimentador de referencia. Este caso de estudio evalúa los costos de cada una de las alternativas, comparándolas con el costo social asociado a la posibilidad

de no realizar ninguna mejora en la red. Así, para cada alternativa se calculó un Valor Actual de Costos (VAC). Para hacer esto, se utilizó un horizonte de 40 años, y una tasa de descuento de 10%.

Para el análisis se consideró un alimentador de referencia ubicado en una comuna del sector oriente de Santiago, con una extensión de 33 km. De estos, 26 corresponden a kilómetros de redes aéreas y 7 a kilómetros de redes subterráneas.

**Alimentador de referencia** / Fuente: Elaboración propia.

ENERGÍA ANUAL (MWH)	MVA	VOLTAJE (KV)	LONGITUD TOTAL (KM)	LONGITUD AÉREO (KM)	LONGITUD SUBTERRÁNEA (KM)
37.179	9,4	12	33	25,7	7,3

Adicionalmente, se utilizó el supuesto de que una nevazón, como la ocurrida en julio de 2017, acontece cada 10 años.

Para calcular los costos de la opción de no realizar ninguna mejora en la infraestructura de red en el alimentador de referencia, se utilizó el supuesto de que la duración de la falla es de 24 horas, dejando sin suministro eléctrico a los clientes conectados a dicha red. Se consideró un costo de falla de corta duración<sup>13</sup>, equivalente a 8.954 \$/kWh<sup>14</sup>. Adicionalmente, se consideró que cada nevazón daña alrededor del 50% de la infraestructura eléctrica, teniendo que reparar las instalaciones dañadas. Para esto, se consideró un costo unitario de instalar redes aéreas de MM\$34/km, y un costo unitario de instalar transformadores de distribución de MM\$15/MVA. De esta forma, el VAC del proyecto alcanza los -MM\$2.391.

En cuanto a la opción de tala, replantación y poda de árboles, se asume un plan de inversión y operación por un periodo de 10 años, el cual tiene un costo unitario de 0,46 MM\$/km-año, obteniéndose un VAC de -MM\$72,2 sólo

por el plan. Se establece el supuesto de que la primera nevazón ocurre antes de empezar con la ejecución del plan arbóreo, viéndose dañada la infraestructura eléctrica. Por ende, la red aérea debe ser reconstruida en un 50%. A partir de la segunda nevazón, no se producen efectos destructivos en la red y la energía no suministrada se reduce a un periodo de 5 horas. El VAC del proyecto alcanza los -MM\$1.671.

Finalmente, para calcular los costos de la opción de soterrar completamente el alimentador de referencia, se utilizaron costos unitarios para soterrar líneas de distribución (MM\$156/km), desmontar redes aéreas (MM\$1,8/km), desmontar postes (MM\$0,54/km), desmontar transformadores aéreos (MM\$0,42/MVA) e instalar transformadores subterráneos (MM\$56/MVA). Se asume que, dada la nueva configuración de líneas subterráneas, una nevazón no tendría impacto en la red soterrada, en cuanto no habría fallas e interrupciones de suministro. De esta forma, el VAC del proyecto alcanza los -MM\$3.058.

13. Obtenido de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Suministro

14. Dólar observado 2016: 1 USD = CLP 676,83

# Es necesario tomar medidas para disminuir las horas de indisponibilidad de suministro para acercarse a estándares similares a los de países desarrollados.



Dentro de las medidas se estudió la viabilidad económica de talar, replantar y podar árboles para evitar daño en las líneas.



Valor Actual de Costos de opciones para la infraestructura eléctrica / Fuente: Elaboración propia.

	TALA, PODA Y REPLANTACIÓN	SOTERRAMIENTO DE LÍNEAS	SIN MEJORAS
VAC (MMS)	-\$1.671	-\$3.058	-\$2.391

### Sugerencias

Este caso de estudio analiza cómo mejorar la resiliencia y robustez de la infraestructura eléctrica en Santiago ante una nevazón en la que pueda resultar dañada, sugiriendo que es económicamente viable talar, replantar y podar árboles por un periodo de 10 años en el alimentador de referencia, evitando que en caso de que se repitiese una nevazón, los árboles no caigan sobre las líneas y así no se produzcan interrupciones de suministro.

El efecto de quitar árboles que puedan causar algún daño en ciertas líneas puede ser aún más positivo, ya que permitiría reducir otros costos no considerados en esta evalua-

ción, como lo es el daño a otro tipo de infraestructura (propiedad privada, infraestructura vial, etc.) ante eventos de esta naturaleza.

Por otro lado, la opción de soterrar completamente el alimentador de referencia es la más costosa, pero alternativamente permite que la red sea más robusta frente a contingencias extremas tanto naturales como producto de acciones de terceros, otorgándole mayor confiabilidad y seguridad al suministro eléctrico entregado a los consumidores.

Si bien se evaluó económicamente la opción de no realizar ninguna mejora en la infraestructura de la red de distribución, en la práctica esta opción no es viable, ya que está instalada la idea en la opinión pública, en la autoridad y en las empresas de que es necesario tomar medidas para disminuir las horas de indisponibilidad de suministro para acercarse a estándares similares a los de países desarrollados. En este sentido, se deben realizar mejoras en la infraestructura para asegurar un suministro confiable y seguro, alcanzando los niveles de desarrollo óptimos para el bienestar de la comunidad.



## Resumen

Inversión esperada por segmento para el período 2018-2027

7.021 MMUS\$ ... Generación+Transmisión

1.938 MMUS\$ ... Distribución

8.959 MMUS\$ ... Total

Sistemas principales: Sing y SIC > concentran cerca del 99,3% de la capacidad instalada de generación.

Consumo estimado Sing/SIC para el 2017:

Sing: 17.050 GWh/año.

tasa de crecimiento anual para los últimos 5 años de

2,8%

SIC: 51.379 GWh/año.

tasa de crecimiento anual para los últimos 5 años de

2,1%

3,3 promedio anual entre 2018 y 2027, se espera crezca la demanda del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Se estima que se añadirán

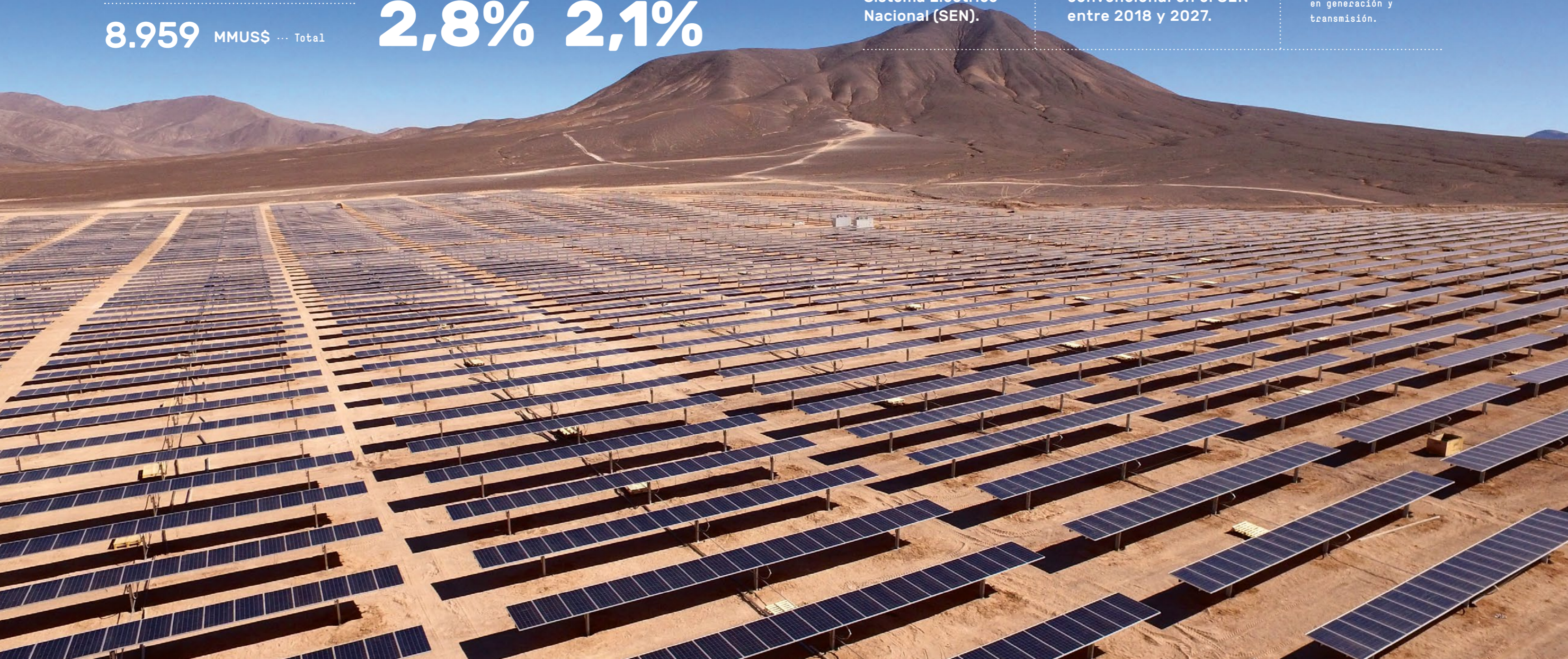
2.876

MW de capacidad ERNC y 640 MW de capacidad convencional en el SEN entre 2018 y 2027.

Durante los próximos

10 AÑOS

no se necesitarán grandes inversiones adicionales a las ya proyectadas en el sector eléctrico, específicamente en generación y transmisión.





# TELECOMUNICACIONES

## Resumen Ejecutivo

138

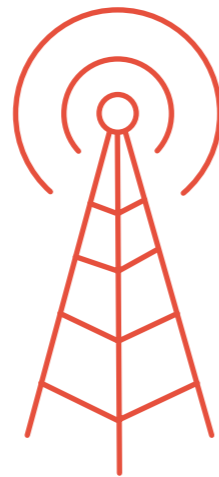
En el informe publicado del año 2016, se expuso que el rubro de Telecomunicaciones era uno de los motores relevantes del crecimiento del país, lo que se mantiene en este análisis. También se ha podido observar que la desaceleración económica ocurrida en los últimos años ha impactado en una reducción de las inversiones del sector, lo que refuerza la correlación entre ambas variables.

De esta manera, aún se puede observar una brecha importante en conexiones de banda ancha en comparación con los países de la OCDE, lo que representa un déficit estimado en infraestructura de más de US\$2.000 millones.

La mirada a futuro resulta más desafiante aún. Los expertos proyectan que la demanda de tráfico de datos sobre las redes se multiplicará exponencialmente en los próximos años, por lo que para soportar adecuadamente este tráfico se requieren cuantiosas inversiones.

Adicionalmente, en los últimos años se ha producido un efecto de sustitución de las conexiones de banda ancha fija por banda ancha móvil, hecho que se ha podido demostrar por el estancamiento de la cantidad de hogares conectados y la penetración del servicio en la población.

En esta línea, es importante destacar que el progreso de cumplimiento de las metas expuestas en la Agenda Digital 2020 no ha sido acorde al plan original, por lo que resulta difícil pensar que se podrán cumplir las metas de penetración propuestas en dicho documento.



El despliegue de la infraestructura necesaria requiere de especial atención, no solo en las redes de acceso fijo y móvil, sino también en las redes troncales de fibra óptica que deben conectar a todos los centros habitados. Actualmente las empresas están en un proceso de despliegue de fibra óptica, pero orientado a los centros urbanos, por lo que surge la necesidad de crear los incentivos apropiados para que los actores de esta industria u otra puedan desplegar redes de fibra óptica troncal con cobertura nacional que soporten el crecimiento de tráfico.

Existen algunos casos de países como Colombia, China o Perú que para desarrollar estas iniciativas han permitido que actores del mercado eléctrico, vial, ferroviario entre

# US\$ 2.400 MILLONES

Es el déficit nacional actual estimado en Telecomunicaciones en inversiones.

otros, instalen y operen la fibra en sus redes, o dispongan de subsidios que permitan desarrollar proyectos de fibra óptica dorsal con cobertura nacional.

Con todo, la industria ha invertido del orden de US\$15.000 millones en los últimos 8 años, y se proyecta un valor similar para la próxima década. Lo anterior implica que, de no mediar algún cambio significativo en la dinámica del mercado, Chile tendría un déficit acumulado de más de 30% en la inversión en infraestructura para telecomunicaciones para el año 2027.

139

### Resumen de avances y requerimientos de inversiones 2015-2028

> TABLA 3.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	AVANCE BRECHA ANTERIOR		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	2016-2025		2018-2022	2018-2027
	INICIAL	AVANCE		
Accesos de banda ancha fija	8.984	1.015	5.382	9.239
Accesos de banda ancha móvil	14.730	1.444	6.603	15.021
Kilómetros de fibra óptica	2.632	-	332	577
<b>TOTAL</b>	<b>26.346</b>	<b>2.459</b>	<b>12.317</b>	<b>24.837</b>

# Reseña del sector

En el estudio del año 2016, mencionado en la introducción, se hizo un análisis respecto a la situación nacional en términos de infraestructura en telecomunicaciones. Las principales dimensiones que se consideraron

fueron la evolución probable de suscriptores de telefonía móvil, internet, la penetración de banda ancha proyectada en los hogares, entre otras variables, y requerimientos asociados a esta industria.

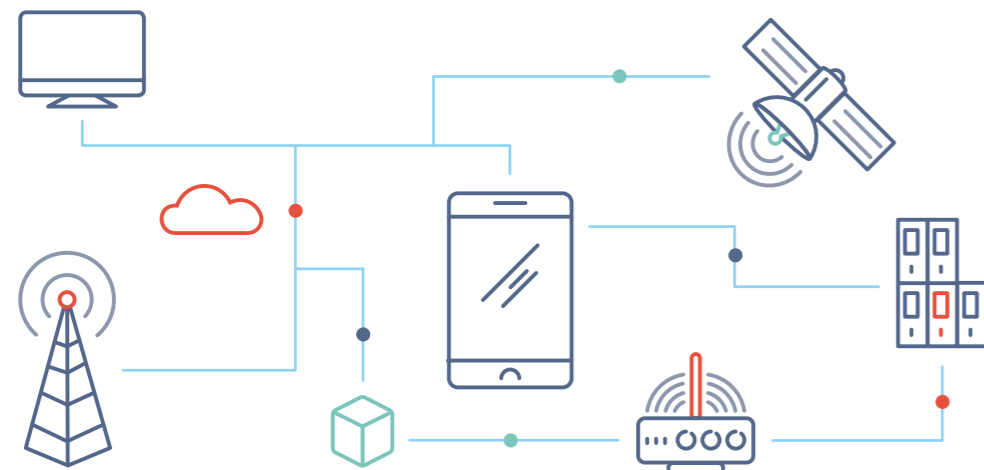
## Marco normativo

Conforme a la ley orgánica de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel), esta repartición del Estado desarrolla tres roles básicos en su relación con la industria<sup>1</sup>:

- Rol normativo y de regulación.
- Rol de fiscalización.
- Rol de impulso al desarrollo de la industria.

## Experiencia internacional y escenario futuro

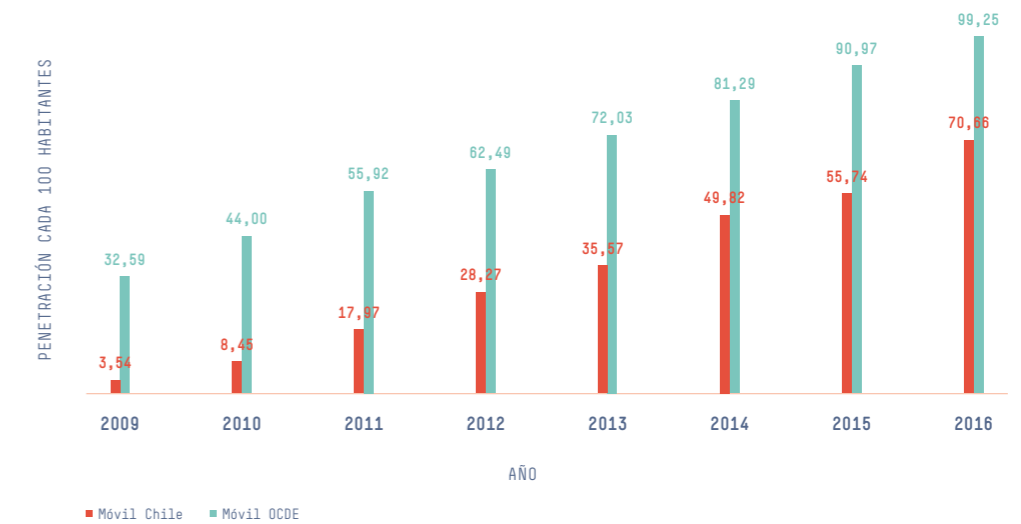
Resulta evidente que Chile ha aumentado la brecha en penetración respecto al promedio de la OCDE, donde alcanza casi el 100%, mientras que en Chile solo un 70%. Respecto a internet fijo, la brecha se ha mantenido en los últimos años y la penetración tanto en Chile como en el promedio de la OCDE se ha mantenido estable. Lo anterior se puede explicar por el efecto de sustitución del internet fijo con la oferta de internet móvil que se ha vuelto un sustituto relevante dada la baja de precios observada en el mercado.



1. El marco normativo desarrollado en detalle se encuentra en "Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Bases para un Chile Sostenible 2016-2025", CCHC, Capítulo 3 Telecomunicaciones.

## Benchmark de penetración de internet móvil por cada 100 habitantes

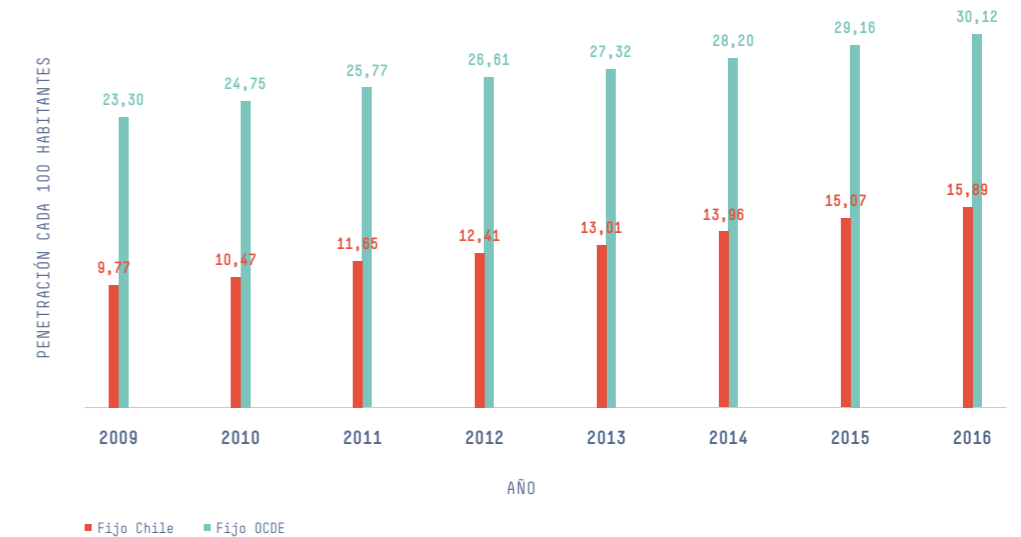
> GRÁFICO 3.1



Fuente: OCDE  
Historical mobile broadband penetration rates, año 2016.

## Benchmark de penetración de internet fijo por cada 100 habitantes

> GRÁFICO 3.2



Fuente: OCDE  
Historical fixed broadband penetration rates año 2016

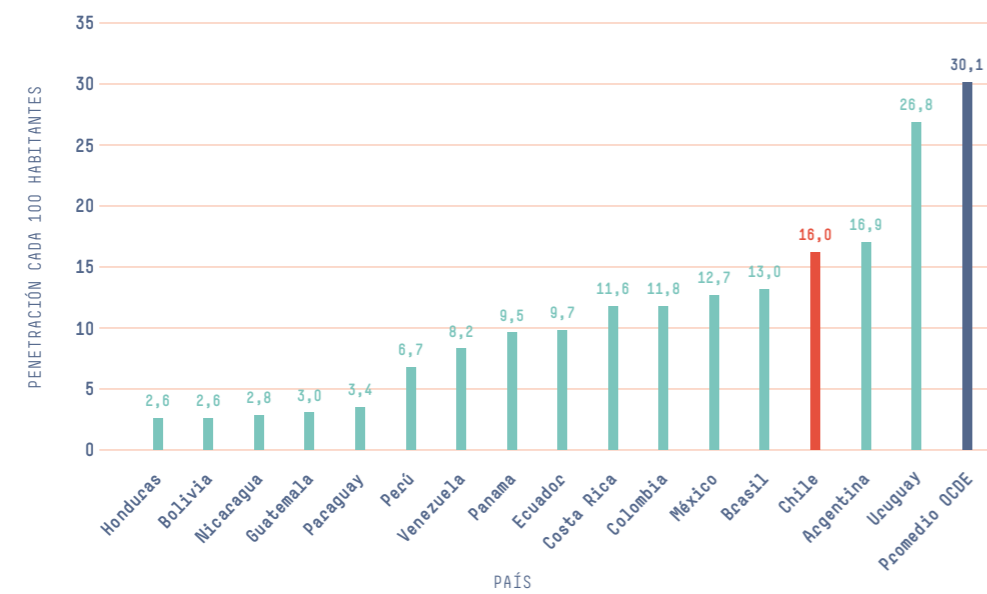


Las cifras anteriores destacan que nuestro país no ha avanzado con la misma velocidad que los países de la OCDE, lo cual generará inconvenientes en la productividad y capacidad competitiva del país. Este escenario se acentúa más aún en los últimos años, donde la penetración del internet móvil en los países OCDE alcanza casi 100%, en comparación con el 70% a nivel nacional. En tanto, en el caso del internet fijo, la penetración de los países de la OCDE duplica a la nacional.

Sin embargo, cabe señalar que Chile sigue liderando la penetración respecto a los otros países de Latinoamérica, mostrando un nivel de penetración de servicios de Banda Ancha Fija que solo es superado significativamente por Uruguay y ligeramente por Argentina. Cabe señalar que la totalidad de los países de la región están por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE.

#### Benchmark penetración Banda Ancha Fija cada 100 habitantes en Latinoamérica al 2016

> GRÁFICO 3.3



Fuente: ITU, Fixed Broadband 2000-2016.



La penetración del internet móvil en los países OCDE alcanza casi 100% contra el 70% a nivel nacional, mientras que en el caso del internet fijo, la penetración de los países de la OCDE duplica a la nacional.

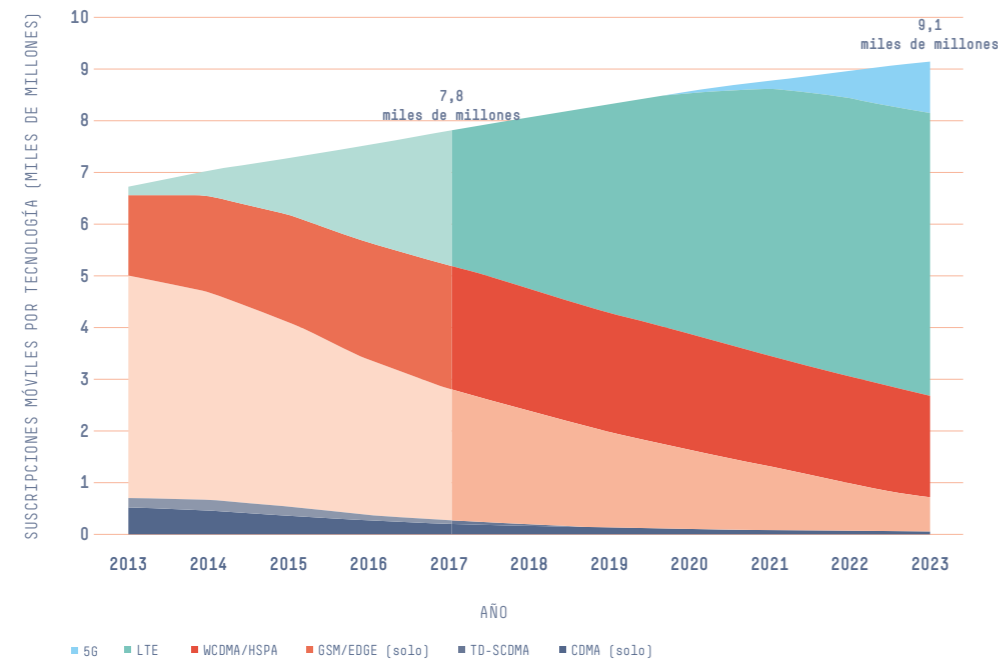
### Evolución tecnológica

La creciente demanda por más conectividad y contenidos, ha presentado un desafío permanente para los investigadores y fabricantes de equipamientos. Este deriva en la necesidad de desarrollar nuevos protocolos y componentes que sean mucho más eficientes. Lo anterior presenta un importante desafío para las empresas, pues sin perjuicio del deseo de amortizar al máximo los activos desplegados, las mejoras que introduce la nueva tecnología, sumado al crecimiento de la demanda y a la competencia del sector, llevan inevitablemente a las compañías a tener que sustituir por eficiencia u obsolescencia aquello que instalaron hace tan solo algunos años.

A nivel mundial se espera para los próximos años un cambio importante en las tecnologías de telecomunicaciones, migrando en los próximos 5 a 7 años de las tecnologías 2G/3G a 4G (LTE) y 5G, con significativos aumentos en las velocidades de transmisión de datos, por lo que corresponde contabilizar las respectivas inversiones en actualización de tecnología. **VER GRÁFICO 3.4**

Respecto a la utilización de los servicios de datos en las redes móviles, se espera que el video continúe liderando el consumo de datos a nivel mundial, alcanzando más del 75% del total de consumo de datos. **VER GRÁFICO 3.5**

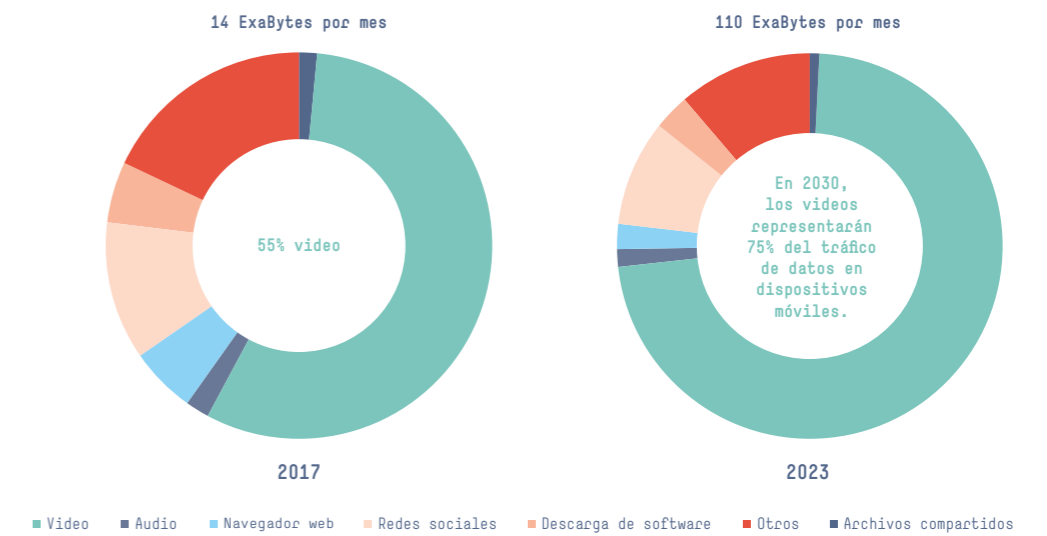
### Proyección de recambio tecnológico redes móviles > GRÁFICO 3.4



Fuente: Ericsson Mobility Report, año 2017.

### Estimación de consumo de datos móviles por tipo de aplicación > GRÁFICO 3.5

> GRÁFICO 3.5



Fuente: Ericsson Mobility Report, año 2017.

### Tendencias en tráfico y servicios

La penetración de servicios móviles en Chile ya supera el 130%, y más del 87% de los teléfonos móviles conectados son smartphones. De esta manera, el acceso a internet es muy amplio, ya sea a través de redes fijas o móviles, siendo estas últimas la principal forma de conexión en la actualidad.

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), es el nombre que recibe la conexión de dispositivos a la red sin la interacción directa de una persona. Desde hace varios años se conocen aplicaciones como la telemetría, o la conexión de terminales de venta (POS), pero conforme se perfeccionan

las redes inalámbricas, con aumentos de ancho de banda, menores latencias<sup>2</sup> y baja en los costos de despliegue y operación, han permitido la aparición de más aplicaciones, orientadas a nuevas prestaciones.

A futuro, se proyecta un crecimiento muy significativo en el parque de IoT. Sin embargo, por lo general sus aplicaciones requieren de anchos de banda bajos u operan en ráfagas por períodos acotados de tiempo, de modo que su impacto sobre la carga en la red no resulta significativo comparado con los requerimientos que generan los smartphones o equipos de televisión online conectados a la red, causados principalmente por los videos.

2. Retardo en el intercambio de datos de las redes

Particularmente en Chile, se registran alrededor de 250.000 dispositivos IoT al mes<sup>3-4</sup> y se espera que esta cifra aumente de forma exponencial en los próximos años, debido al aumento de los servicios de televigilancia, Smart-cities y el control de tráfico en las ciudades, entre otros. De esta manera, podría producirse un impacto significativo en las redes los servicios asociados a la aparición de vehículos autónomos, lo que se prevé que se hará realidad en los próximos 5 años<sup>5</sup>.

El siguiente gráfico muestra una proyección de servicios M2M<sup>6</sup> que es equivalente al crecimiento esperado del IoT durante los próximos años:

# 87%

**de los teléfonos móviles conectados en Chile son smartphones. Esto aumentaría en los próximos años por la aparición de servicios de monitoreo móvil.**

3. IMEI: International Mobile Station Equipment Identity, identidad internacional de equipo móvil
4. Fuente: Base de datos IMEI, Subtel Chile; Se considera IoT a los dispositivos que poseen IMEI y se conectan a las redes móviles, pero no son homologados como teléfonos móviles.
5. Un mayor detalle respecto del IoT se puede observar en el Anexo.
6. Machine to Machine.

### Proyección Crecimiento IoT/M2M

> GRÁFICO 3.6



Fuente: Cisco VNI Mobile 2017.



En esa misma línea, los expertos internacionales ya hace varios años coinciden que en el futuro prácticamente todos los dispositivos electrónicos estarán conectados a la red,

por lo que durante los próximos cinco años, el tráfico global de datos seguirá creciendo a tasas promedio de más de 50% anual, tal como se observa en el siguiente gráfico:

**Proyección Crecimiento Tráfico Móvil**  
> GRÁFICO 3.7



En consecuencia, las redes de telecomunicaciones en los próximos cinco años deberán ser capaces de absorber una mayor cantidad de tráfico de datos respecto a la situación actual. Sin duda, esto representa un gran desafío industrial que, para ser abordado, exige resolver una serie de asuntos.

En el caso de Chile, aún faltan algunas mejoras regulatorias para generar los incentivos apropiados principalmente en los siguientes aspectos:

- Restricciones asociadas al despliegue de infraestructura móvil por cuestiones regulatorias, medioambientales y otras.
- Renovación de terminales del usuario

final que permitan hacer mejor uso de nuevas tecnologías. En este punto, cabe destacar que actualmente el 88% de los equipos que ingresan al país<sup>7</sup> son catalogados como smartphones.

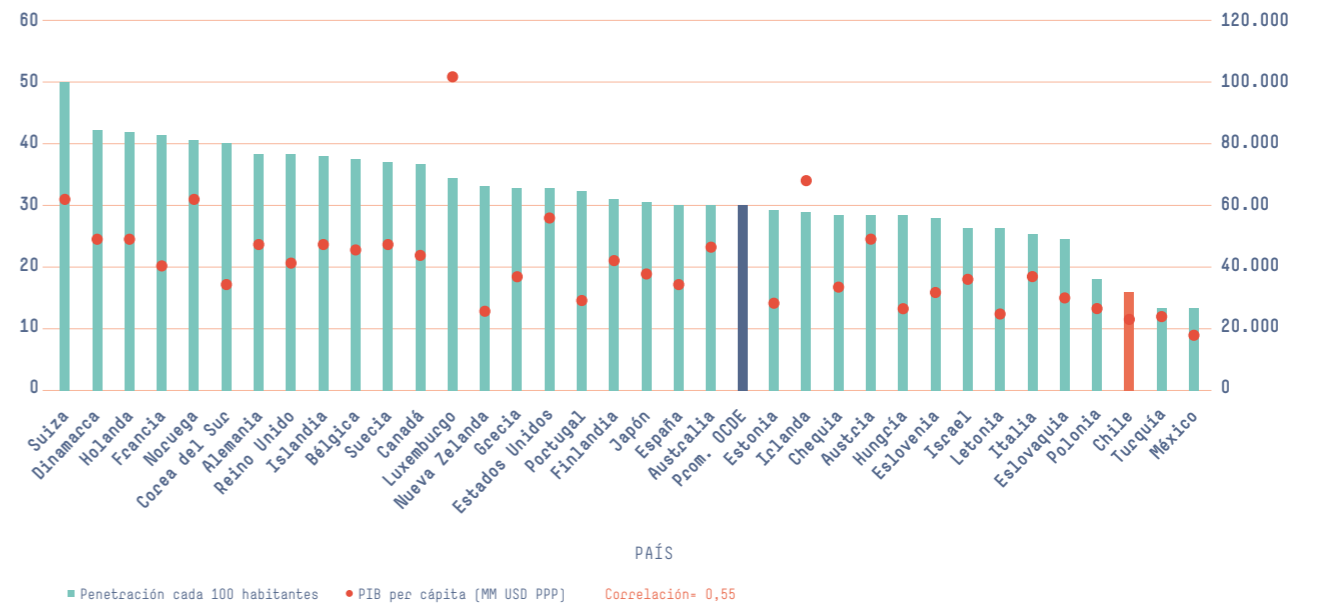
- Revisión del modelo de competencia de redes para proponer sistemas efectivos de compartición de infraestructura entre competidores.

Todo lo anterior, deberá desarrollarse en un entorno altamente competitivo, con márgenes económicos cada vez más estrechos y con una necesidad creciente de inversión en expansión de capacidad de redes y anchos de banda.

Fuente: Cisco VNI Mobile 2017.

7. Fuente: Registro nacional de importaciones, aduana de Chile, año 2016.

**Penetración de Banda Ancha Fija y PIB per cápita en la OCDE a Dic 2016**  
> GRÁFICO 3.8



Fuente: OCDE Broadband statistics, fixed (wired) broadband penetration and GDP per capita año 2016.

**Relación entre PIB y acceso a internet fijo**

Existe abundante literatura que propone relaciones entre el desarrollo de la infraestructura de servicios críticos del país con su capacidad de crecimiento. Y en particular, los temas relativos a las Telecomunicaciones aparecen como un claro ejemplo.

Al respecto, la OCDE desarrolla anualmente un estudio en el que analiza la relación entre el PIB per cápita y la penetración de servicios de banda ancha fijos, donde se aprecia una correlación entre estas variables (R² 0,55). VER GRÁFICO 3.8

Tiene sentido pensar que existe una correlación relevante, y que en esta era digital las carreteras de la información son compa-

rables a lo que antiguamente representaron las líneas férreas, las redes eléctricas o la infraestructura vial. Los países que dispongan de mejores condiciones de acceso y calidad para el transporte de la información tendrán mejores perspectivas de desarrollo y mayores herramientas competitivas.

Este tema lo retomaremos más adelante cuando nos refiramos a la Agenda Digital 2020 que ha impulsado el Gobierno de Chile, y se sustenta justamente en la centralidad del tema como mirada de mediano y largo plazo de las capacidades de desarrollo del país y cómo se han desarrollado los principales puntos de esta agenda en los últimos años.

# Situación actual y diagnóstico

150

Las cifras demuestran que, en términos generales, el mercado ha sido capaz de financiar las inversiones requeridas sin mayor intervención del Estado. Los monopolios progresivamente se han ido rompiendo, abriendo paso a empresas locales y multinacionales que hoy operan en un entorno altamente competitivo.

Sin embargo, durante el período 2016-2017 se observa una baja significativa de la inversión en el sector, producto principalmente de la desaceleración económica que sufrió el país en este período y porque se llegó a un nivel de cobertura nacional que satisface la demanda en términos generales, por lo que no se ha producido un aumento significativo en el número de sitios desplegados en las redes móviles.

Una situación similar se observa en las redes fijas de distribución y transmisión, debido a que no existe un cambio en la capacidad de pago de los hogares, respecto del análisis anterior.

En 2014, el gobierno propuso un plan nacional de infraestructura, alineado con la Agenda Digital 2020, que tiene por objetivo incentivar el uso y desarrollar la infraestructura de Telecomunicaciones mediante una alianza público/privada para disminuir la brecha del país en términos de cobertura, velocidad y precio respecto a los países de la OCDE.

Este plan se estructuró en función de 3 ejes de trabajo:

- Aumento de capacidad de acceso a internet internacional para el país.
- Mejorar la red nacional de infraestructura de Telecomunicaciones.
- Mejorar la capilaridad<sup>8</sup> y redes de acceso institucionales para comunidades organizadas.

Dentro del segundo eje de trabajo, el regulador solicitó a las principales empresas el desarrollo de sitios obligatorios de infraestructura<sup>9</sup> en zonas lejanas o con baja densidad poblacional, como requisito para asignarles a estas empresas espectro radioeléctrico en la banda de 700 y 2.600 MHz. Este plan se ha ido desarrollando progresivamente y se encuentra próximo a ser completado dentro de los próximos 1-2 años.

Dentro del mismo eje de trabajo, durante el año 2017 el regulador licitó el concurso para la construcción del trazado de fibra óptica Austral (FOA)<sup>10</sup>, para dar conectividad de fibra óptica a la zona austral de Chile, cubriendo desde Puerto Montt hasta Puerto Williams, considerando un trazado con partes submarinas y con acceso a las principales localidades del sector. Para este proyecto el Estado de Chile destinará

8. Derivaciones de las redes de transmisión troncales desplegadas en el país

9. Ver bases concurso de 700 MHz, Subtel Chile

10. Ver bases y adjudicación de concurso de Fibra Óptica Austral, Subtel Chile

11. Ver Catastros de Proyectos de Inversión de Telecomunicaciones Sofofa, años 2016 y 2017

12. Fuente: Catastro de Proyectos de Inversión Sofofa y Comunicados de prensa de empresas

un aporte de más de US\$ 100 MM para invertir en conjunto con los ejecutores del proyecto. Este proyecto fue licitado y asignado al con-

sorcio formado por las empresas Huawei y CTR y se espera que se despliegue en los próximos 3 años.



**Durante los años 2016 y 2017 se observa una baja significativa de la inversión en el sector, producto principalmente de la desaceleración económica del período y también por la cobertura alcanzada.**

## Seguimiento de inversiones 2016-2017

151

Como la evidencia económica lo demuestra, en estos últimos dos años se ha producido una desaceleración económica importante que también ha impactado en las inversiones del sector, que venían en crecimiento en los años anteriores.

Según las cifras estimadas por la SOFOFA<sup>11</sup>, las inversiones en Telecomunicaciones cayeron más de 30% en 2015 y casi 8% en 2016. En parte, esta reducción se explica por la finalización de la expansión de redes 4G y por el lento crecimiento que han tenido las conexiones en este período.

Los principales proyectos catastrados tienen relación con la construcción de sitios, mediante servicios integrales e inversiones en tecnologías de la información. Lo anterior es explicado por el comienzo de la construcción de sitios obligatorios en las localidades extremas, la consolidación del despliegue de la banda de 700 y 2.600 MHz, con una inversión estimada en más de US\$ 700 millones y la instalación de servicios como LTE Advanced, ocurrido en este período. Adicionalmente, según esta misma fuente, se proyectan in-

versiones de US\$ 300 millones para continuar el despliegue de redes y de US\$ 400 millones para financiar proyectos comerciales de las empresas, dado el alto grado de actividad competitiva que ha enfrentado la industria en este período.

También, como se mencionó en el apartado anterior, se licitó y adjudicó el proyecto de Fibra Óptica Austral (FOA) con una inversión para los próximos años de parte del Estado de más de US\$ 100 millones y una cifra similar por parte del consorcio adjudicado.

La empresa Telefónica Chile está desplegando un agresivo plan de inversiones en el período 2014-2017<sup>12</sup>, considerando inversiones por más de US\$ 2.000 millones, enfocadas principalmente en el aumento de infraestructura de conexiones de alta velocidad para servicios fijos y móviles, la expansión de la red de fibra óptica, donde esperan lograr que entre 70% y 80% de sus clientes de Banda Ancha Fija dispongan de esa tecnología en el año 2019, así como de las plataformas necesarias para potenciar el negocio de video y televisión por internet.



Respecto a la red móvil, las inversiones se concentrarán en el desarrollo de las tecnologías 4.5G y VOLTE<sup>13</sup>, para tener una red 100% en la tecnología 4G en los próximos 3 años.

Por su parte, Entel espera invertir cerca de US\$ 1.440 MM al año el período 2016-2020, con foco en potenciar los servicios de conectividad fija y de despliegue de fibra óptica, proyectos de tecnologías de la información y expansión del Datacenter, así como la transformación digital de todos los sistemas, plataformas y servicios que entrega la web.

El plan también considera el despliegue de sitios 3G en sitios dentro de edificios y lugares de alta confluencia y el desarrollo de la red 4G LTE en las bandas de 700 y 2.600 MHz.

Respecto a la empresa Claro Chile<sup>14</sup>, su foco actual es el desarrollo de un plan de inversiones de US\$ 500 MM en 3 años para el despliegue de su red 4G LTE.

La empresa WOM también está realizando un agresivo plan de expansión de redes durante el período 2015-2017, esperando duplicar el número de antenas en este período y también expandir los servicios de su red 4G, invirtiendo más de US\$ 200 MM al año. Adicionalmente la empresa espera abrir más de 50 sucursales propias en todo Chile para mejorar la presencia a nivel nacional y la calidad de atención al cliente.

También es relevante mencionar dentro de este alcance la inversión de Chilevisión<sup>15</sup>, perteneciente a la cadena Time Warner, que está construyendo "La Ciudad de las Comunicaciones" con una inversión estimada de US\$ 75 MM, en la ex industria textil Machasa. Como parte de esta inversión, se incluye la renovación de equipos y la instalación de redes de fibra óptica y de cables de video y audio para mejorar la transmisión de los programas.

13. VOLTE: Configuración de transmisión de voz sobre la red 4G LTE

14. Fuente: Catastro de Proyectos de Inversión Sofofa y Comunicados de prensa de empresas.

15. Fuente: Catastro de Proyectos de Inversión Sofofa y Comunicados de prensa de empresas.

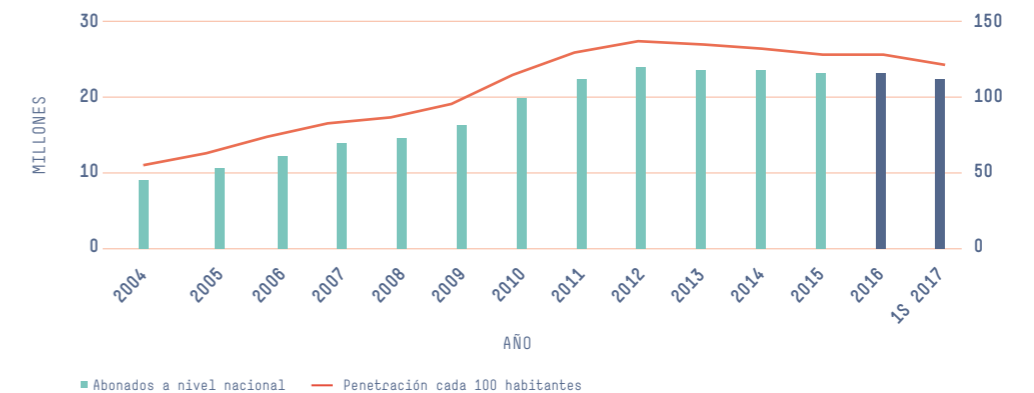
## Segmento de comunicaciones móviles

Respecto del total de la provisión de servicios de telefonía móvil, se puede observar que entre en 2012 y en 2014 se alcanza un nivel máximo. Sin embargo, en los años siguientes de la estadística se observa una estabilización e incluso una pequeña reducción de abonados y de penetración<sup>16</sup> a nivel nacional, lo que podría ser explicado porque

el mercado llegó a su máximo, directamente relacionado por el tamaño de la población del país, la que presenta bajos o nulos niveles de crecimiento. Asimismo, un cambio regulatorio que finalizó las diferencias tarifarias en el tráfico on-net versus off-net<sup>17</sup>, podría haber tenido una influencia en la caída del número de conexiones móviles.

### Abonados móviles y penetración

> GRÁFICO 3.9



Fuente: Serie Abonados Móviles a junio 2017, Subtel.

16. Abonados cada 100 habitantes

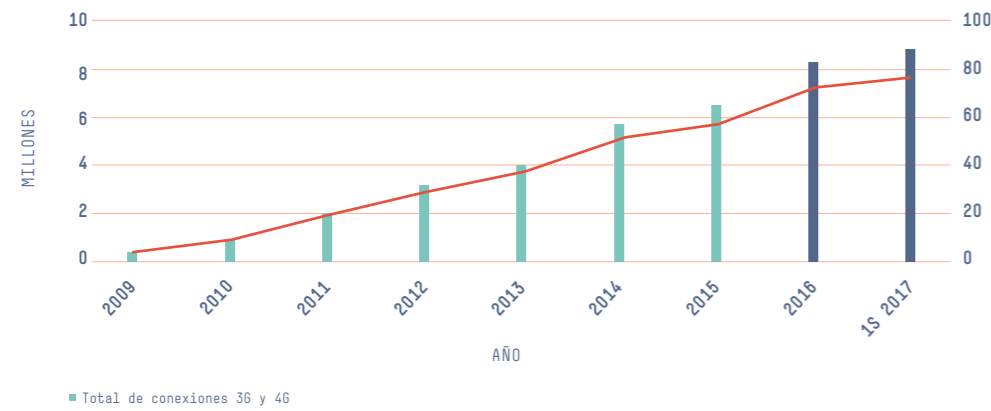
17. Tráfico on-net es cuando el receptor y el originador de la llamada pertenecen a la misma empresa; tráfico off-net es cuando son de empresas distintas

18. Según definición OCDE, banda ancha corresponde a servicios con velocidad igual o superior a 256 kbps.

Por otra parte, en el mismo período se ha observado un aumento importante en la tasa de crecimiento de clientes con Smartphone, y por ende usuarios de las redes móviles 3G y 4G, incluyendo terminales de Banda Ancha Móvil (en adelante BAM). Hacia fines de 2014,

alrededor del 50% de los abonados móviles contaban con servicio de datos de banda ancha<sup>18</sup> en su equipo a través de la red móvil. A mediados de 2017, esta cifra alcanzaba el 63% y la penetración del servicio de datos supera los 76 abonados cada 100 habitantes.

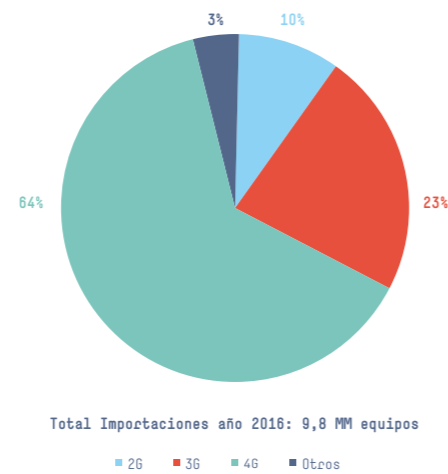
**Conexiones de datos móviles 3G y 4G**  
 > GRÁFICO 3.10



Fuente: Serie Conexiones Internet Móvil 3G y 4G a junio 2017, Subtel.

Adicionalmente, es posible analizar la importación de teléfonos móviles en el país durante el año 2016, donde se observa que el 87% de las importaciones corresponden a equipos del tipo smartphone, es decir que opera en la red 3G y 4G y por ende es capaz de conectarse a redes de internet móvil.

**Importaciones de teléfonos celulares año 2016**  
 > GRÁFICO 3.11



Fuente: Registro nacional de importaciones año 2016, Aduana de Chile.

**87%**  
 de las importaciones corresponden a equipos del tipo smartphone

**Servicios de banda ancha fija**

En el ámbito de la banda ancha fija, la tasa de crecimiento se ha mantenido respecto a la situación de 2014, y la penetración del servicio supera los 3 millones de hogares<sup>19</sup>.

**Conexiones y penetración Internet fijo** > GRÁFICO 3.12



Fuente: Serie Conexiones Internet Fijo a junio 2017, Subtel.

19. Por simplificación, se contabilizan como BAF de hogares todas las conexiones, sin perjuicio que cerca del 10% de ellas pertenecen a clientes comerciales (Pyme).



## Evolución tecnológica a nivel nacional

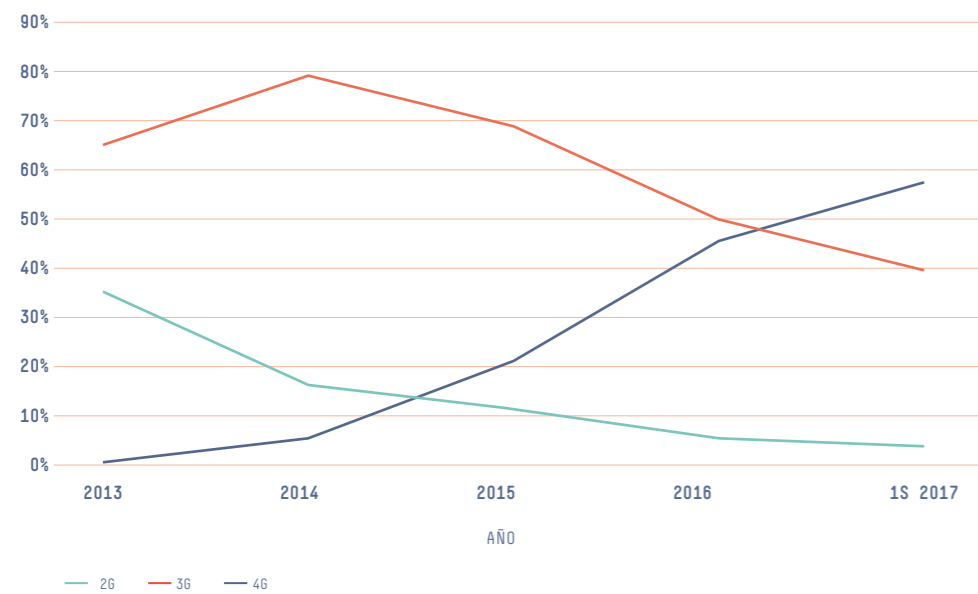
Una evolución hacia tecnologías con mayor velocidad es lo que se ha dado más en nuestro país. Esto se aprecia en el siguiente gráfico, en donde se representan datos del acceso móvil, como la reducción de la tecnología 2G, el declive de la 3G y la fase de maduración de la red 4G, especialmente en los centros urbanos más poblados. En cuanto a la red 5G, diversos actores de la industria han manifestado que se implementará en los próximos cinco años.

Una situación similar ocurre en el segmento de accesos fijos, donde la tecnología más antigua asociada a pares de cobre (ADSL, o XDSL) ha ido perdiendo terreno por presentar limitaciones tecnológicas que hoy resultan muy restrictivas, principalmente por la velocidad de datos.

En cambio, la tecnología de HFC (fibra óptica combinada con cable coaxial), que se utiliza mayormente para proveer de servicio de televisión por cable y banda ancha

### Evolución tecnología acceso móvil en Chile

> GRÁFICO 3.13



Fuente (3.13-3.14):  
Serie Conexiones Internet Móvil a junio 2017, Subtel.

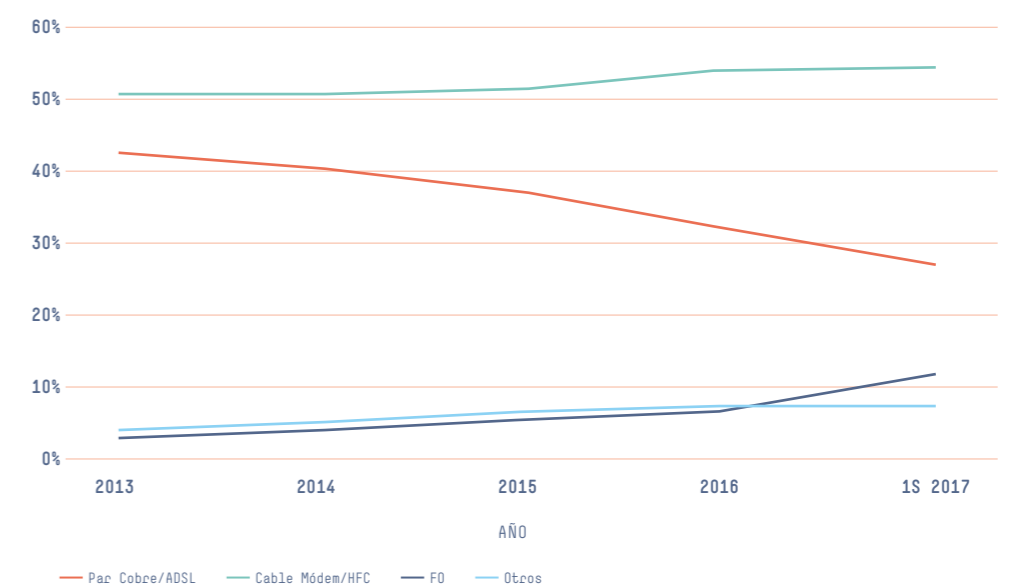
residencial, se ha consolidado por presentar buenas prestaciones técnicas, a un costo de despliegue muy razonable. También se ha observado en los últimos años un aumento en las conexiones de fibra óptica al hogar (FTTH), que superan ya el 12% de los hogares, pero aún está muy lejos de la penetración que se observa en países más desarrollados. Cabe destacar que esta tecnología es la única que permite un crecimiento impor-

tante en la demanda de ancho de banda por conexión por sobre los 100 Mbps.

La evolución tecnológica, aun independientemente de los factores antes descritos en este documento, mantiene una presión permanente sobre los operadores para realizar inversiones no solo sobre clientes nuevos, sino que también para mantener niveles de calidad de servicio y costo razonables para los clientes antiguos.

### Evolución tecnológica accesos Banda Ancha Fija

> GRÁFICO 3.14





## Agenda digital 2020

En 2015, el gobierno publicó un documento titulado "Agenda Digital 2020, Chile digital para Todos". La agenda establecía que para alcanzar las metas propuestas era necesario avanzar en cinco ejes complementarios:

- Derechos para el Desarrollo Digital.
- Conectividad Digital.
- Gobierno Digital.
- Economía Digital.
- Competencias Digitales.

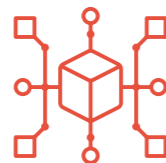
Para el propósito de este trabajo, se resumen a continuación los principales avances del programa en relación con el eje de "Conectividad Digital" y que sirven principalmente como metas propuestas por el Gobierno para el desarrollo de la infraestructura.



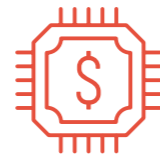
Derechos para el  
Desarrollo Digital



Gobierno  
Digital



Conectividad  
Digital



Economía  
Digital



Competencias  
Digitales



El documento en su introducción expresa (el destacado es nuestro):

**“Alcanzar la conectividad universal: acceso de todas las personas a redes de alta velocidad y de calidad. Al 2020, esperamos conectar digitalmente todas las regiones del país con infraestructura robusta y de calidad; alcanzar un 90% de hogares con banda ancha fija, de los cuales un 20% use fibra óptica. Además, aspiramos a que el 90% de las comunas tengan zonas Wi-Fi públicas. Esperamos que antes de 2020, la velocidad promedio de acceso a Internet sea de al menos 10Mbps (Megabits por segundo); y que el 100% de las escuelas públicas disponga de conexión de banda ancha. La mejora en conectividad contribuirá a una mayor inclusión y desarrollo social”.**



# 67%

de los hogares chilenos  
contaban con acceso a  
internet en 2015.

En el análisis y desarrollo del capítulo Conectividad Digital, el documento entrega información relevante para el estudio, respecto de la situación actual y su comparación con la OCDE:

- 12 millones de personas utilizaban internet a enero de 2015.
- A esa fecha, un 67% de los hogares chilenos contaban con acceso a internet. Esto se traduce en que casi 1,6 millones de hogares no disponían de él.
- 2% de la población contaba con acceso a internet a través de fibra óptica hasta el hogar (FTTH<sup>20</sup>).
- La velocidad promedio contratada por los usuarios de internet a fines de 2014 bordeaba los 4 mbps, considerablemente menor que el promedio de los países que pertenecen a la OCDE, que superaba los 10 mbps.
- La inversión sectorial ha sido de 10.726 millones de dólares en los últimos 5 años, con un promedio anual del orden de 2.145 millones de dólares, equivalentes a 120 dólares por habitante.
- Como referencia, los países OCDE promedian 152 dólares por habitante de inversión anual.

161

A nivel de los desafíos y metas, el documento proponía lo siguiente:

- Construir una autopista digital que permita a todos disfrutar en plenitud del internet del futuro, apoyándose en la gran alianza público-privada impulsada por la Agenda Digital 2020.
- Alcanzar un 90% de hogares con banda ancha, con un 75% en hogares rurales, y un 20% del total de hogares disponiendo de cobertura de fibra óptica en su barrio.
- 90% de las comunas tengan zonas Wi-Fi públicas.
- Velocidad promedio de acceso a internet sea de al menos 10 mbps.
- Mayoría de las escuelas públicas tenga conexión de banda ancha con velocidades acorde a la disponibilidad tecnológica.
- Inversión privada en telecomunicaciones, que llegue a niveles cercanos a los promedios OCDE en cuanto a inversión per cápita.

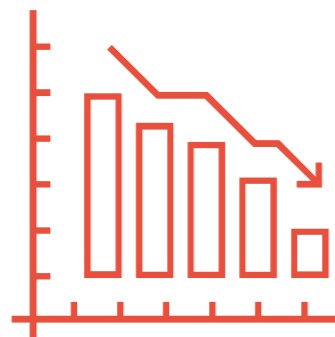
<sup>20</sup>. Fiber to the Home

# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

## Demanda actual y déficit

Se ha realizado una estimación de la situación del país a la fecha, considerando una referencia (benchmark) para las cifras de acceso que debiese haber tenido el país, considerando el promedio de los países OCDE para fin de 2016.

Para el caso de las troncales de fibra óptica se ha establecido una cifra según los valores estimados del período 2016/2017, actualizados según opinión experta, recogido a partir de entrevistas a actores clave del mercado y con representantes de Subtel.



**Situación actual, Benchmark (OCDE) y Déficit de infraestructura en Chile proy. a diciembre 2017**  
> TABLA 3.2

	CHILE (PROY. 2017)	PENETRACIÓN	BENCHMARK (OCDE)	PENETRACIÓN	DÉFICIT
Accesos BAF	3.109.550	45,9%	4.226.460	62,4%	1.116.910
Hogares	2.757.509	48,5% <sup>21</sup>	3.545.185	62,4%	787.676
Empresas	352.041	32,2% <sup>22</sup>	681.275	62,4%	329.234
Accesos BAM	14.677.890	80%	18.236.113	99,3%	3.558.223
Km Fibra Óptica Troncal	18.000	N/A	36.000	N/A	18.000

Fuente: Elaboración propia.

21. Basado en estadísticas de Subtel y proyección de hogares del Minvu.

22. Basado en número total de empresas en Chile según datos del Ministerio de Economía titulado "Las empresas en Chile por tamaño y sector económico desde el 2005 a la fecha" que identifica 988.745 al año 2012 con un crecimiento promedio anual del 2%.

23. Las metas desarrolladas en detalle se encuentran en ICD 2016-2025, Capítulo 3.

Fuente: Elaboración propia.

## Proyección de demanda en infraestructura

En síntesis, con los valores y supuestos anteriores, se ha procedido a determinar los niveles proyectados para los accesos de banda ancha fija y móvil, así como también para el reforzamiento de las redes troncales de fibra óptica en su eje norte-sur, y también para los ramales de fibra que conectan a poblados y ciudades.

Para mantener la consistencia con las metas expuestas en el reporte de 2015, se ha

optado por mantener aquellas establecidas en la Agenda Digital 2020 y el Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones anunciadas por el Gobierno en noviembre de 2015<sup>23</sup>, aunque es posible observar que, a la fecha, se hace cuestionable el cumplimiento de estas metas, dada la brecha que se ha producido respecto del plan original y a la severa caída en el crecimiento del PIB.

**Proyección de demanda en infraestructura en Chile para el año 2020 y 2025**  
> TABLA 3.3

	CHILE PROY. 2017	PENETRACIÓN	CHILE PROY. 2022	PENETRACIÓN	CHILE PROY. 2027	PENETRACIÓN
Accesos BAF	3.109.550	45,9%	6.512.852	88%	7.979.584	100%
Hogares	2.757.509	48,5%	5.548.633	90%	6.648.863	100%
Empresas	352.041	33,2%	964.220	80%	1.330.721	100%
Accesos BAM	14.677.890	80%	19.269.510	100%	28.252.793	140%
Total móviles	22.307.192	121%	22.816.417	112%	28.252.793	140%
Km Fibra Óptica Troncal	18.000	N/A	45.000	N/A	54.000	N/A

## Cuantificación del déficit y brecha

A base de los indicadores y objetivos descritos anteriormente, se han cuantificado los requerimientos de infraestructura para el inicio del estudio (déficit) y luego para los escenarios proyectados a los años 2020 y 2025, y se agrega el análisis para el año 2028.

El siguiente cuadro resume el enfoque que se le ha dado a la presente proyección de requerimientos según la apertura antes descrita, considerando las diferencias entre redes fijas y móviles:

### Descripción tipo de inversiones según red > TABLA 3.4

	RED FIJA	RED MÓVIL
Red existente	Evolución tecnológica a fibra óptica y mejoras en nodos y accesos de última milla en conexiones existentes	Evolución tecnológica a redes nuevas (4G, 5G), mejoras en cobertura de interiores y densificación de sitios urbanos
Red nueva	Acceso a localidades sin conectividad actual con tecnologías HFC o Fibra	Habilitación de servicios de Banda Ancha Móvil a abonados que actualmente solo utilizan servicios de voz
Troncal	Mejora en redes de fibra óptica troncales y de distribución ramal.	

164

Los parámetros de inversión unitaria considerados en el modelo son los siguientes:

### Descripción tipo de inversiones según red > TABLA 3.5

	RED FIJA	RED MÓVIL
Red existente	US\$81 <sup>24</sup> / Acceso habilitado año anterior.	US\$55 <sup>25</sup> / Cliente que dispone de datos móviles el año anterior.  US\$27,5 / Cliente que no dispone de datos móviles el año anterior.
Red nueva	US\$842 / Acceso nuevo.	US\$150 <sup>26</sup> / Cliente que accede por primera vez a servicio de datos móviles.
Troncal	US\$10.000 / Km Fibra Óptica troncal o ramal instalado	

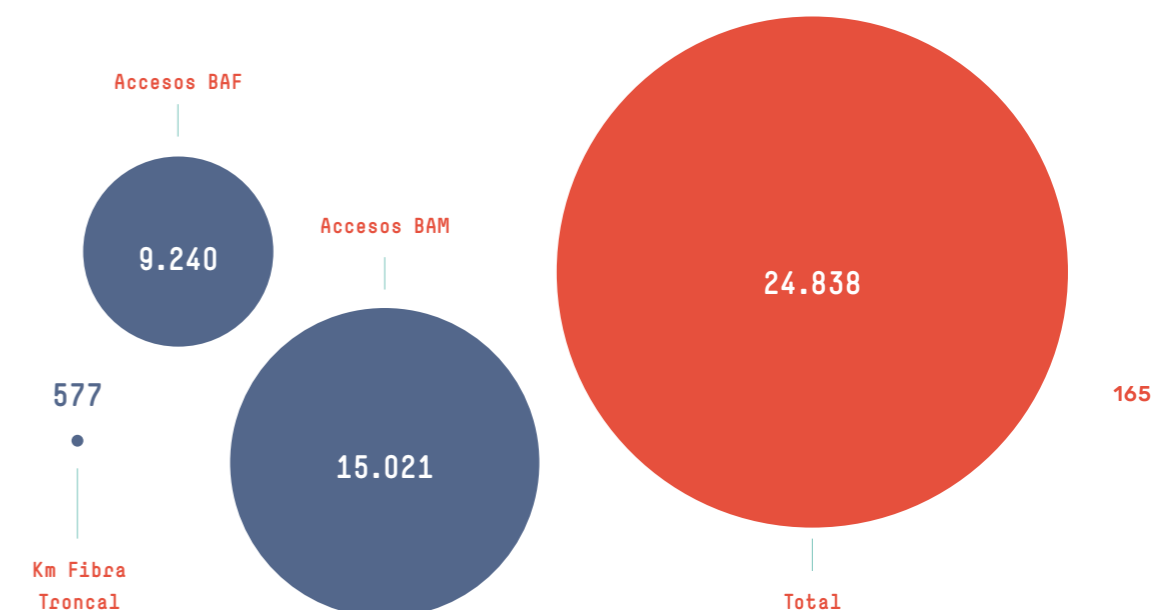
24. Basado en la depreciación lineal típica de una red HFC o de Fibra de 20 años. Sin embargo, la necesaria evolución rápida hacia redes con alta densidad de fibra óptica hace necesario considerar una depreciación más acelerada.

25. Basado en cifras del Informe AHCJET: "Desafío 2020, Inversiones para reducir la brecha digital".

26. Ídem anterior.

Fuente (3.4-3.5-3.6):  
Elaboración propia.

### Total déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica.



Con estos valores como referencia, se proyecta un escenario de inversiones requeridas contenido en la Tabla 3.6: Déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica.

### Déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica > TABLA 3.6

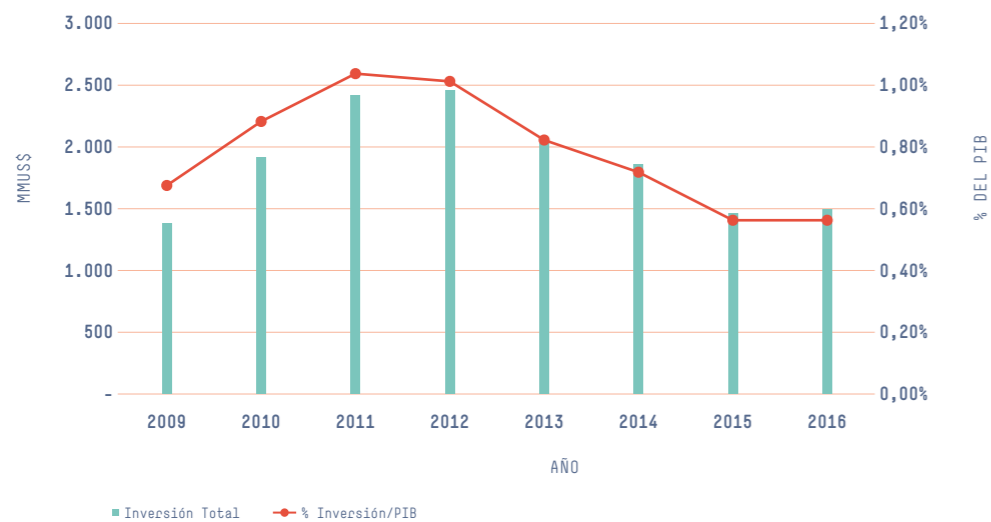
(MILLONES DE US\$)	DÉFICIT ACTUAL	CAPEX 2022	CAPEX 2027	TOTAL
Accesos BAF	1.202	4.180	3.857	9.240
Accesos BAM	974	5.629	8.418	15.021
Km Fibra Troncal	234	98	245	577
	2.410	9.907	12.521	24.838

### Nivel de inversiones tendencial

La industria de telecomunicaciones a nivel internacional ha observado una relación bastante estable en el tiempo entre sus ingresos totales y la inversión total. Como regla general, para mantenerse competitivas en el tiempo, las empresas deben invertir entre un 15% y 20% de sus ingresos anuales, y en fases de crecimiento de las redes o de cambios tecnológicos esta inversión usualmente es mayor.

La industria ha invertido un monto del orden de US\$15.000 millones en los últimos 8 años, distribuidos en términos relativamente equitativos entre redes fijas y móviles. Resulta importante destacar la caída de la inversión que se produce en el año 2009, asociado principalmente a la crisis económica sub-prime que afectó también a nuestro país. Del mismo modo, se aprecia que en los años 2015 y 2016 también se produjo una reducción de las inversiones producto de la desaceleración económica.

**Inversiones históricas del sector como % del PIB**  
> GRÁFICO 3.15



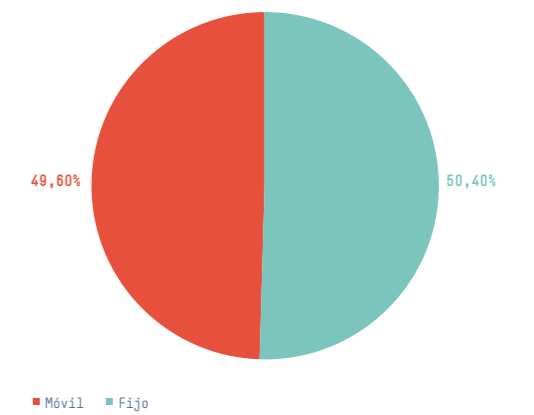
Fuente: Banco Central de Chile y cifras de inversiones del sector Telecomunicaciones de Subtel.

27. Ver estadísticas del Banco Mundial donde se explica este grupo de países y se calculan sus inversiones y PIB

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la composición de las inversiones entre infraestructura para internet fijo y para móvil ha sido variable en función de la etapa y la situación tecnológica en que se encuentra cada una, sin embargo, la proporción en los últimos años ha sido más bien pareja en los últimos ocho años.

**Proporción de inversiones fijas y móviles 2009-2016** > GRÁFICO 3.16



Fuente: División de políticas regulatorias Subtel Chile.

También es importante resaltar el efecto que la competencia trae sobre las inversiones. Entre los años 2016-2017 se ha producido en nuestro país un fenómeno de competencia muy agresivo en el sector de telecomunicaciones móviles, por la entrada del operador WOM al mercado, logrando alcanzar los 2 millones de clientes en menos de 36 meses, a través de una estrategia de precios bajos y publicidad agresiva que llevó a toda la industria a ajustar los precios a la baja. Esta acción industrial impactó en los resultados de las empresas en este período y también es

uno de los factores que provocó la reducción de inversiones en este período.

Proyectando las inversiones como un porcentaje del PIB, comparamos la situación nacional con los países de Europa y Asia central, sin considerar los países de altos ingresos<sup>27</sup>, por lo que consideramos que las inversiones estimadas en Chile tienden hacia el año 2027 a converger hacia los valores de este grupo de países, que equivale a un 0,44% sobre el PIB, con lo que es posible proyectar un nivel de inversiones tendencial de la industria.

**Déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica.** > TABLA 3.7

	2018-2022	2023-2027
Inversión tendencial	us\$7.735 millones	us\$8.221 millones

## Déficit potencial de inversión en infraestructura proyectado

Por último, tomando en consideración los requerimientos de inversión en infraestructura y la disposición a invertir de los principales actores del mercado, se estima un déficit de infraestructura en telecomunicaciones de un 37% para el periodo 2018-2022 y un 34% para el periodo del 2023-2027, sumando un total de 36% para el decenio 2018-2027.

# 36%

es el déficit total de inversión en telecomunicaciones para el decenio 2018-2027

### Déficit de infraestructura proyectada > TABLA 3.8

(MILLONES DE US\$)	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Requerimiento	12.317	12.521	24.838
Tendencia	7.735	8.221	15.956
<b>DÉFICIT</b>	<b>(4.582)</b>	<b>(4.300)</b>	<b>(8.882)</b>
<b>DÉFICIT (%)</b>	<b>37%</b>	<b>34%</b>	<b>36%</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

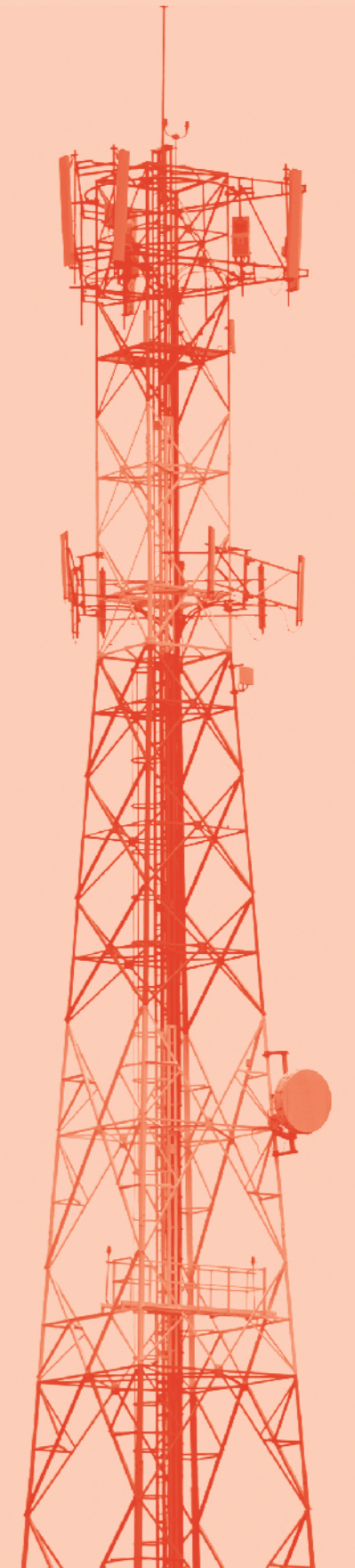
## Déficit de infraestructura

proyectada acorde con la tendencia de la industria

Total  
MMUS\$8.862

2023-2027  
MMUS\$4.582

2018-2022  
MMUS\$4.300



# Recomendaciones de acción

Del desarrollo de este informe es posible obtener algunas conclusiones relevantes dentro de las que se puede afirmar que:

- Chile se ha desarrollado aceptablemente en el ámbito de la infraestructura y servicios de telecomunicaciones, casi exclusivamente impulsado por un ambiente competitivo de buena calidad. Sin embargo, en los últimos dos a tres años se ha observado una disminución significativa de las inversiones, producto principalmente de la desaceleración económica que ha sufrido el país en este período.
- Se ha mantenido una tendencia, tanto a nivel mundial como nacional, de un alza significativa en el consumo de datos, en particular el acceso a internet. Lo anterior está desafiando en un grado importante la forma de cómo se debe desarrollar la industria, el rol del Estado en cuanto a fomento y subsidiario, y la forma de participación de los distintos actores en el futuro.
- Acorde a las estimaciones realizadas se mantiene una brecha importante entre la tendencia de inversiones de la industria y las proyecciones de demanda para el próximo decenio, hecho que podría limitar tanto la penetración de servicios de banda muy ancha, como las velocidades de acceso de datos.

- Se ha observado un efecto de sustitución de los servicios de internet fijo por internet móvil, lo que implica por un lado un aumento de la brecha respecto a la penetración de los servicios de internet fijo respecto a los indicadores de la OCDE, y por otra parte un aumento relevante de las conexiones a internet móvil, donde casi el 90% de las importaciones de equipos celulares corresponden a dispositivos 3G y 4G con capacidad para conectarse a internet.
- Complementariamente, se observa que se han logrado las máximas penetraciones de servicios móviles e incluso han disminuido levemente en los últimos 2 años. Lo anterior implica que más que el aumento de penetración, el crecimiento de este segmento de la industria viene dado por la reposición tecnológica de dispositivos hacia mayores velocidades (4G y en el futuro 5G) y, además, los precios de los servicios han caído considerablemente, lo que aumenta el efecto de sustitución mencionado anteriormente.
- Respecto al desarrollo del segmento de redes de fibra óptica troncal, no se ha observado un crecimiento relevante respecto a la cobertura de fibra troncal, siendo el foco actual de las empresas el crecimiento de la red de fibra en las principales ciudades del país y, por otra parte, la reposición de fibra troncal que ya cumplió su vida útil.

**Pese a la desaceleración económica, los servicios móviles han alcanzado su mayor penetración. La importación de dispositivos 3G y 4G refleja esto, ya que alcanza el 90% del total de dispositivos. No obstante, la diferencia entre las inversiones y la demanda podría limitar la penetración de servicios de banda muy ancha y las velocidades de acceso de datos.**



Regulación que estimule la inversión



Fondos públicos para el desarrollo de redes en sectores específicos



Incentivos para potenciar el aumento de la fibra óptica troncal

De esta manera, a futuro se recomienda:

- Es importante que se establezca una regulación y una estabilidad de reglas que estimule inversiones del sector privado, en particular que se asegure que los modelos de explotación de las inversiones no tendrán cambios importantes durante gran parte de la vida útil de los activos. En este punto se hace referencia a los intentos de desagregación obligatoria de las redes que se han observado.
- Se observa la necesidad de contar con fondos públicos al desarrollo de las redes en sectores de baja densidad poblacional y/o de menos capacidad de pago.
- También es necesario crear incentivos regulatorios que permitan que otras industrias poseedoras de redes físicas, como las empresas eléctricas, sanitarias, carreteras, ferrocarril, entre otros, puedan instalar en sus redes fibra óptica para potenciar el aumento de la fibra óptica troncal, que se estima será necesaria para soportar el fuerte crecimiento en demanda de datos proyectado para los próximos años.

## IoT-internet de las cosas

El Internet de las Cosas o Internet of Things (IoT), permite conectar dispositivos inteligentes mediante internet, está transformando la forma cómo vivimos y trabajamos. En la industria vitivinícola, por ejemplo, sensores inalámbricos transmiten la información de la humedad y nutrientes del suelo a expertos en cualquier parte del mundo, para que así puedan tomar decisiones respecto a fertilizantes y riego. Los sistemas de alarmas IoT, equipados con baterías que duran años, proveen a los dueños de casa protección independiente de dónde estén ubicados. Los dispositivos de fitness, tanto para personas como mascotas, pueden monitorear niveles la actividad física y proveer feedback sobre las pulsaciones del corazón y respiración. Todas estas aplicaciones cumplen distintos fines, todas tienen dos características en común, dependen de la conectividad a internet y no requieren la intervención humana.

Las redes de 5ª generación (5G), están siendo definidas y pueden transformarse en la solución universal para la conectividad de IoT. A pesar de que algunas redes industriales y de telecomunicaciones usan 5G, esta tecnología estaría disponible, aproximadamente, en 5 años más, por los altos costos de desarrollo e instalación. Algunas estimaciones han cuantificado el valor que puede llegar a tener el IoT, que podría superar fácilmente los US\$ 3,9 trillones para 2025<sup>28</sup>. Es por este motivo, que las compañías no pueden esperar para realizar sus inversiones en IoT una vez que hayan concluido el despliegue de las

redes de 5G. Hoy las alternativas que se vislumbran son las redes de celulares de banda angosta o las tecnologías LPWAN<sup>29</sup>.

Las redes celulares que utilizan banda angosta (narrowband), ofrecen la posibilidad de un servicio en espectro licenciado y de uso exclusivo, funcionan sobre el servicio de un operador telefónico y en el futuro contarán con una cobertura internacional. Entre sus problemas se encuentran la falta de un perfil de ultra bajo consumo energético y su llegada tardía al mercado, donde aún tienen un gran despliegue que deben realizar y un ecosistema de dispositivos que poblar.

De todas formas, ya existen las bases para definir un estándar de referencia del IoT a partir de 2018, cuando ya cuenten con una red lo suficientemente densificada.

Adicionalmente existen algunas tecnologías LPWAN en espectro no licenciado, como Sigfox o LoRa que ofrecen una solución de muy bajo costo, tanto desde el punto de vista económico como energético. Aún queda la incógnita de su capacidad de aumentar su despliegue mundial, enriquecer el ecosistema y, sobre todo, poder resistir la competencia de las grandes operadoras de telecomunicaciones.

Aunque no existe un estándar a nivel mundial y no se han podido solucionar algunas dificultades para su masificación, ya existen numerosas aplicaciones que utilizan sensores y dispositivos relacionados a esta tecnología. Un estudio realizado por McKinsey Global Institute, identifica distintos usos de estos sistemas por industria.

28. Fuente: The Internet of Things, mapping the value beyond the hype, McKinsey Global Institute.

29. LPWAN: Low-Power Wide-Area Network es un tipo de protocolo de comunicaciones que permite conectar muchos dispositivos con poco ancho de banda y con bajo consumo energético.

### Usos del sistema por industria

> TABLA 3.9

SECTOR	USO POTENCIAL	ANCHO DE BANDA	RANGO DE ALCANCE	GRADO DE DISPONIBILIDAD
Automotriz	Actualización en línea y mantenimiento predictivo	Bajo, alto para entretenimiento.	Medio-Alto	Alta
Manufacturas	Optimización de operaciones, mantenimiento predictivo.	Bajo	Medio-Alto	Alta
Defensa	Monitoreo remoto, control de activos y seguridad.	Medio	Alto	Alta
Agricultura	Optimización de cosechas, control de activos.	Bajo	Bajo	Alta
Minería	Mantenimiento predictivo y control de operaciones.	Bajo	Medio-Alto	Alta
Construcción	Mantenimiento predictivo y control de operaciones.	Bajo	Bajo	Medio
Petroquímica	Optimización de la producción y mantenimiento predictivo.	Bajo	Medio-Alto	Alto
Seguros	Monitoreo de personas, control de activos.	Bajo	Alto	Medio
Salud	Monitoreo remoto de pacientes	Bajo	Bajo-Medio	Medio
Tráfico y ciudades	Control de tráfico y seguridad ciudadana	Bajo	Medio-Alto	Alto
Servicios públicos	Control de activos, monitoreo remoto y eficiencia energética.	Bajo	Alto	Alto
Viajes y logística	Mantenimiento predictivo, optimización logística y eficiencia energética.	Bajo	Bajo	Alto
Consumidores	Mejoras productivas, personalización, eficiencia energética.	Medio - Alto	Bajo	Medio

Fuente: The Internet of Things, mapping the value beyond the hype, McKinsey Global Institute.

30. Fuente: Subtel Chile

### IoT en Chile

Con respecto al IoT en Chile, durante 2017 se ingresaron más de 120.000 dispositivos mensuales<sup>30</sup> de este tipo que utilizan las redes móviles (3G/4G) y se espera que este número aumente considerablemente en los próximos años.

En Chile el uso de redes narrowband (NB-IoT) aún se encuentra en etapa de pruebas y Telefónica Chile implementó un laboratorio con esta tecnología para hacer telemedición en empresas sanitarias y otras aplicaciones para masificar esta tecnología.



## Resumen

**24.838** MMUS\$

es el déficit de inversión de Chile hacia 2027 en infraestructura de telecomunicaciones.

**2.400** MMUS\$

es el déficit de infraestructura actual de Chile respecto a los países de la OCDE.

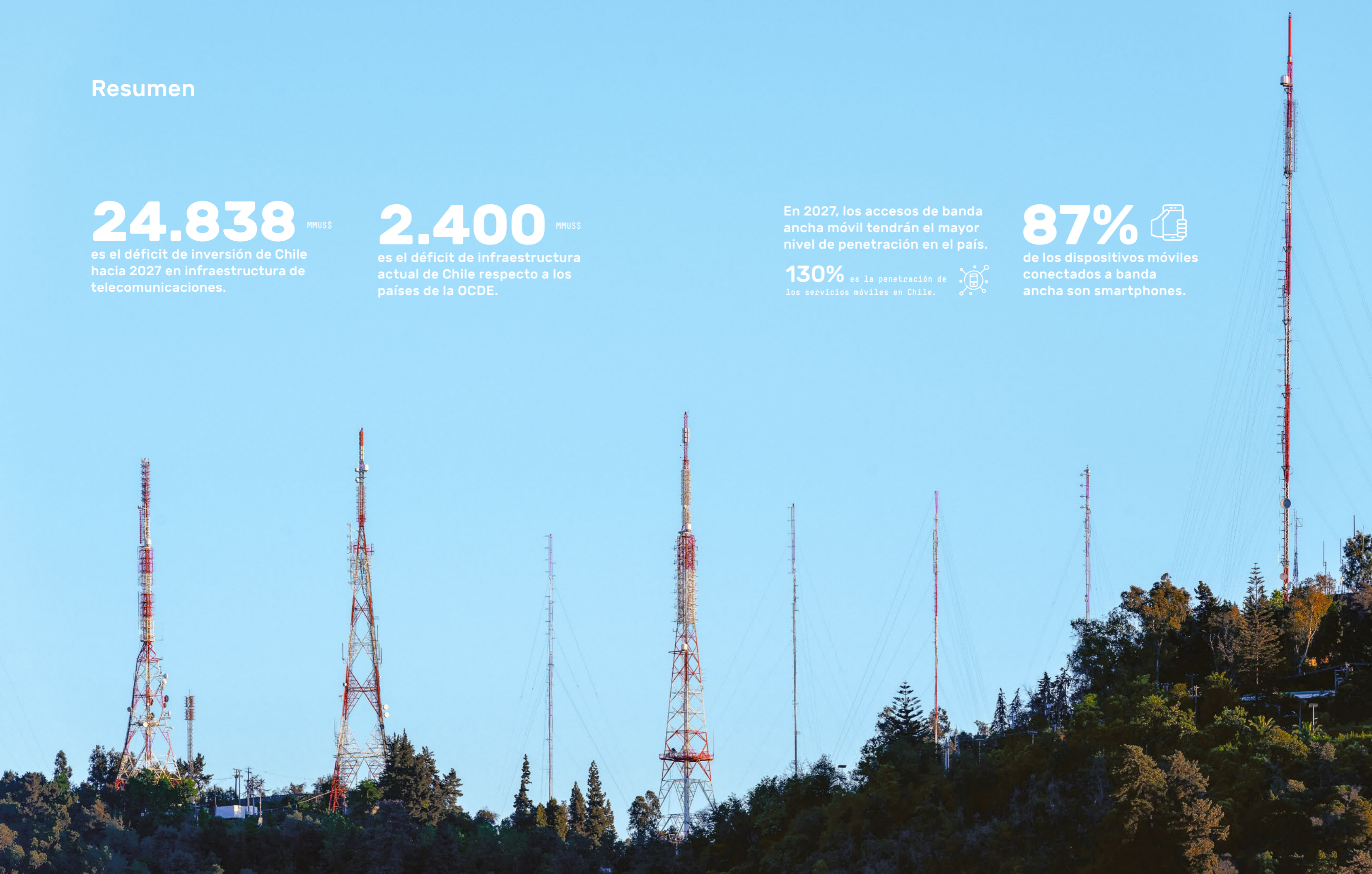
En 2027, los accesos de banda ancha móvil tendrán el mayor nivel de penetración en el país.

**130%** es la penetración de los servicios móviles en Chile.



**87%** 

de los dispositivos móviles conectados a banda ancha son smartphones.



# INFRAESTRUCTURA DE USO PRODUCTIVO

Vialidad  
Interurbana

Vialidad Urbana

Aeropuertos

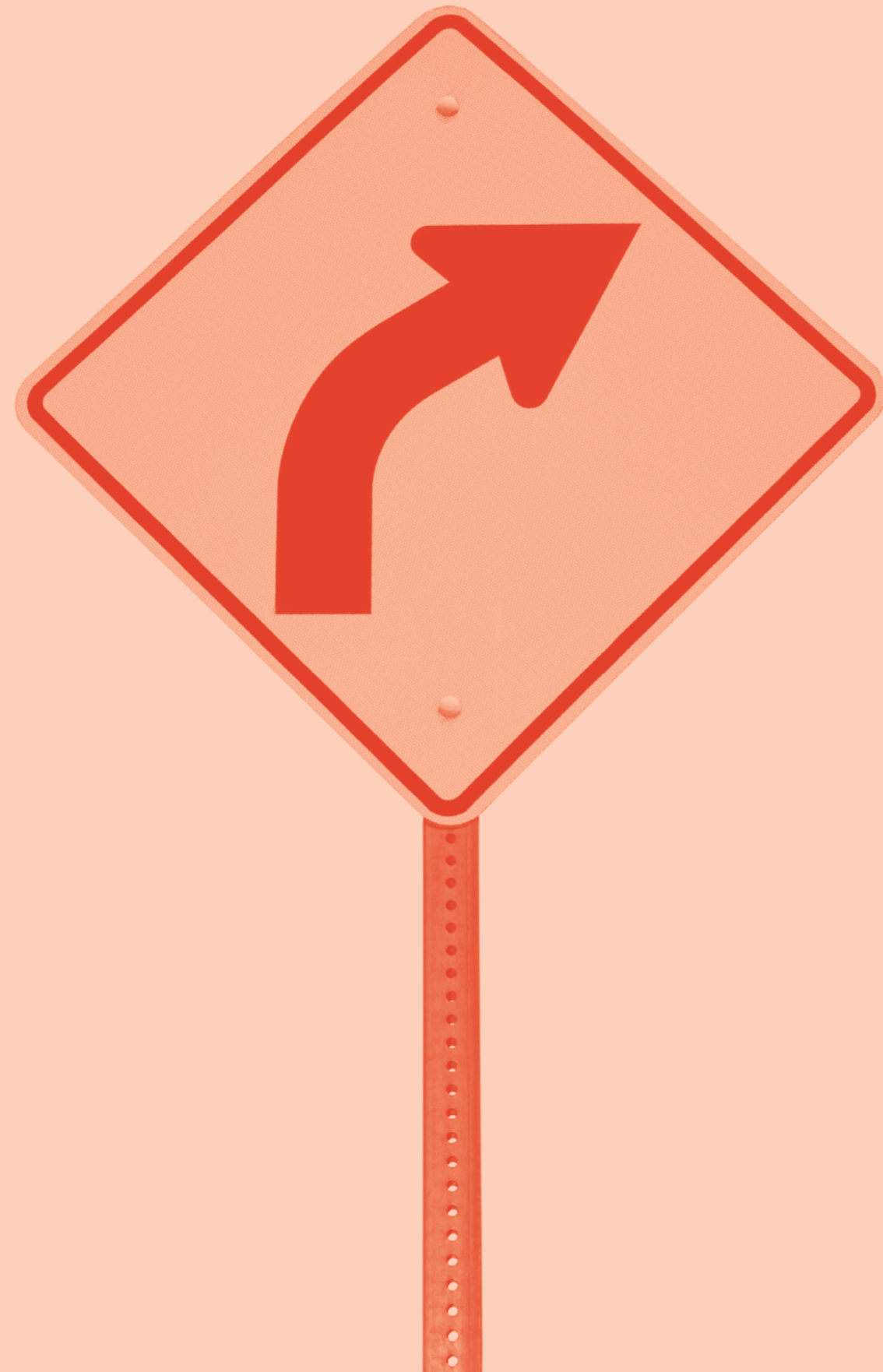
Puertos

Ferrocarriles

Logística

**QUIZ CONSULTORES**





**VIALIDAD INTERURBANA**

# Resumen ejecutivo

La vialidad interurbana es uno de los componentes más importantes de la infraestructura nacional. La configuración geográfica del país y la escasez de alternativas en una cantidad importante de tramos, hace que las carreteras y caminos interiores tomen un rol principal en las redes de transporte de personas y mercaderías.

En este capítulo se realiza una revisión detallada de todos los proyectos viales que operan bajo concesión y de la cartera de proyectos no concesionados que cubren mejoras de conectividad en diferentes regiones.

Se analizaron los perfiles de demanda y se proyectó la carga de tráfico para determinar la fecha en que se requerirá contar con mayor capacidad que la actual. Se

utilizó el criterio de la hora 30 (la hora que se sitúa en el lugar 30 cuando se ordenan de mayor a menor las horas con más carga en el año). Al proyectar la demanda, la hora 30 permite anticipar con holgura adecuada, la fecha en la que se necesitará capacidad adicional e iniciar el proceso, ya sea de cambios en el contrato de concesión, nueva licitación o contratación de obras con presupuesto fiscal.

La Tabla 4.1 muestra las cifras obtenidas en cada caso, clasificadas por tramo temporal en que se requeriría la inversión para alcanzar niveles de servicio similares a los actuales y no deteriorar la posición competitiva del país en cuanto a la disponibilidad de infraestructura vial.

**Resumen de requerimientos de inversión por tipo, período 2018-2027 > TABLA 4.1**

DETALLE	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)	
	2018-2022	2018-2027
Concesiones en operación: Inversión ya definida en contratos	566	566
Concesiones en operación: Necesidades de aumentos de capacidad	458	692
Concesiones en construcción	110	110
Mantenimiento vías concesionadas	1.615	3.230
Concesiones en agenda o en licitación	1.700	3.099
Vialidad interurbana no concesionada	6.323	12.646
<b>TOTAL</b>	<b>10.772</b>	<b>20.343</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

# US\$20.343

millones en inversiones para infraestructura vial se requerirán durante 2018-2027.

Adicionalmente se analizó el grado de avance de las inversiones previstas para el período 2016-2020, en el ICD 2016. La Tabla 4.2 muestra que el avance es cercano al 12%, faltando aun inversiones mayores para completar la cifra del quinquenio, estimada en poco más de 10 mil millones de dólares.

**Evolución de las inversiones críticas identificadas en ICD 2016**

> TABLA 4.2

MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)				
INVERSIONES IDENTIFICADAS EN ICD 2016		ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN EJECUTADA ENTRE 2016 Y 2017	NUEVOS REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN ESTIMACIÓN ICD 2018	
PERÍODO 2016-2020	PERÍODO 2016-2025		PERÍODO 2018-2022	PERÍODO 2018-2027
10.633	20.198	1.202	10.722	20.343

Fuente:  
Elaboración propia e ICD 2016-2025.

Respecto a las recomendaciones de acción, la principal se refiere a la elaboración de un plan maestro de infraestructura vial, y su formalización como herramienta guía para avanzar en la infraestructura regional.

El renovado rol de las regiones en la gestión local es una oportunidad de alto valor para que, tomando como referencia la mirada global e integrada del centro, las prioridades se deberán asignar y financiar localmente.

La brecha de infraestructura de carreteras no se ha reducido significativamente desde las previsiones del ICD 2016. Si no se avanza a mayor velocidad en esta tarea, la calidad de servicio debería descender. Mientras la demanda continúa a un ritmo constante,

la oferta responde a bloques de inversiones que se administran en forma dispersa entre diferentes organismos cuyo enfoque está, en general, acotado a su ámbito de atribuciones.

El posicionamiento de Chile en la competitividad global está mejorando en parte gracias a la disponibilidad de carreteras, sin embargo, el avance requiere también simplificar trámites, agilizar los procesos e incorporar tecnología en todos los ámbitos de control.

Los desafíos, en resumen, incluyen desarrollo tecnológico, actualizaciones en los contratos de concesión, y especialmente, métodos formales que permitan controlar avances y anticipar oportunamente las necesidades de inversión.

# Reseña del sector

## Contexto

Uno de los ámbitos de infraestructura en que la alta calidad o la estrechez de capacidad se hacen evidentes, es en la vialidad interurbana. En parte debido a que es utilizada masivamente (más que los puertos o los aeropuertos, por ejemplo), y en parte importante también porque el aumento de la demanda en puntos y temporadas críticas es visible y molesto para los usuarios.

Las proyecciones publicadas hace dos años en el informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2016-2025, ya mostraban la necesidad de inversiones significativas en vialidad interurbana para prever un deterioro de calidad de servicio en el largo plazo. En esta versión dicha tendencia se confirma y refuerza. La demanda ha continuado creciendo y los aumentos de capacidad no se han producido al ritmo necesario, de manera que la brecha se desplaza en el tiempo, pero no disminuye como se verá en el resto de este capítulo.

El déficit de capacidad vial es especialmente crítico en la zona central, entre las regiones de Coquimbo, Metropolitana y O'Higgins. Aunque en otras áreas geográficas, como accesos a balnearios del norte, se

registra también la necesidad de inversiones en el corto plazo, la estrechez de capacidad vial en el centro se suma a la necesidad de ampliar puertos y aeropuertos, configurando un escenario de impacto negativo para la economía nacional, debido a sus implicancias sobre la productividad y sobre la competitividad de las exportaciones.

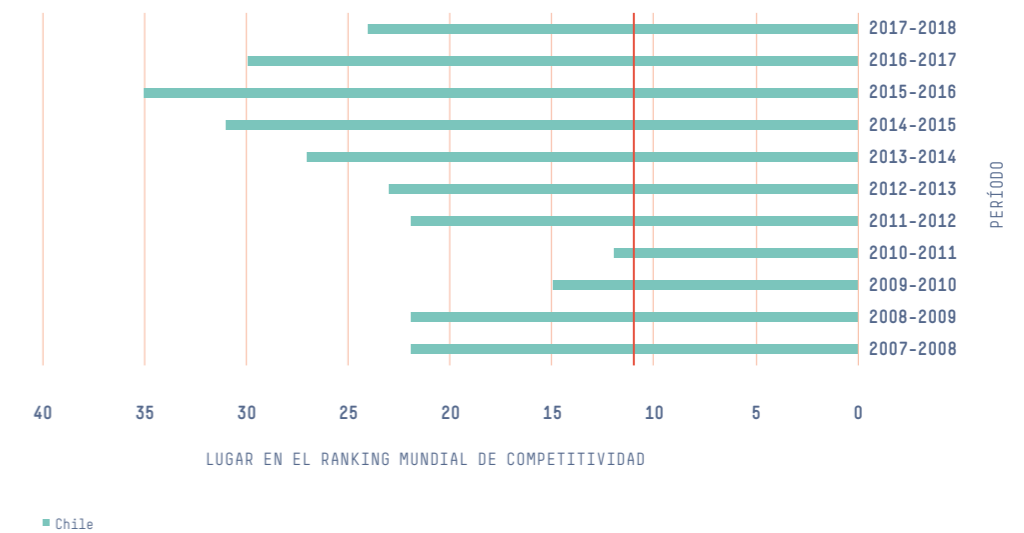
Así lo refleja la evolución del indicador de calidad general de la infraestructura, como componente del índice Global de Competitividad, elaborado anualmente por el Foro Económico Mundial (WEF). Chile llegó a ocupar el lugar 12 en la lista en el período 2010-2011 y en adelante cayó consistentemente, tanto en el valor del índice como en su posición relativa, llegando al lugar 35 en el informe 2015-2016. A partir de entonces ha recuperado posiciones, sin embargo, aún está lejos de su mejor nivel registrado, como se observa en la Figura 4.1. La línea vertical punteada en el gráfico marca el límite del lugar 10, que corresponde al grupo mejor posicionado, integrado generalmente por una misma lista de países. Las barras permiten observar cómo la infraestructura vial en Chile ha evolucionado en términos relativos.

**El déficit de capacidad vial es especialmente crítico en la zona central, entre las regiones de Coquimbo, Metropolitana y O'Higgins. A esto se suma la necesidad de ampliar puertos y aeropuertos, configurando un escenario de impacto negativo para la economía nacional, debido a sus implicancias sobre la productividad y sobre la competitividad de las exportaciones.**



Posición de la infraestructura vial en ranking de competitividad

> FIGURA 4.1



Fuente: Foro Económico Mundial (WEF).

■ Chile

En cuanto a los objetivos de largo plazo, una revisión de tendencias internacionales marca como prioridad en la planificación de transportes la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. A diferencia de décadas previas en que reducir tiempos de viaje o promover la inversión privada eran prioridades en el diseño de políticas públicas, en la actualidad la calidad de servicio, la seguridad, y el foco en mejoras ambientales marcan la pauta de los planes, por ejemplo, en los países miembros de la OCDE. Esto se traduce en medidas de diversa índole, todas las que contribuyen a avanzar en este objetivo, entre ellas:

- Cambiar las fuentes de energía de los vehículos, desde diésel hasta gas electricidad.
- Desregular el transporte interurbano para incentivar la operación de servicios de buses, en reemplazo de automóviles privados con baja ocupación.
- Mejorar la eficiencia del transporte en las vías existentes, es decir, buscar la mejor forma de compartir y utilizar el espacio vial. En este campo la entrega de información precisa y oportuna a los usuarios para planificar los viajes, resulta prioritaria.
- Desarrollar en el corto plazo vehículos con nuevas tecnologías de cero emisiones. Los principales productores han adoptado compromisos radicales en esta dirección, como es el caso de Volvo, que anuncia que hacia 2050 no fabricará más vehículos con motores diésel.
- Habilitar infraestructura para el abastecimiento de combustibles alternativos, como puntos de recarga de vehículos eléctricos y a gas.
- El uso de vehículos autónomos cobra mayor importancia en cada informe y se posiciona como uno de los temas centrales de los que deberá preocuparse la regulación de transportes en un plazo inmediato.

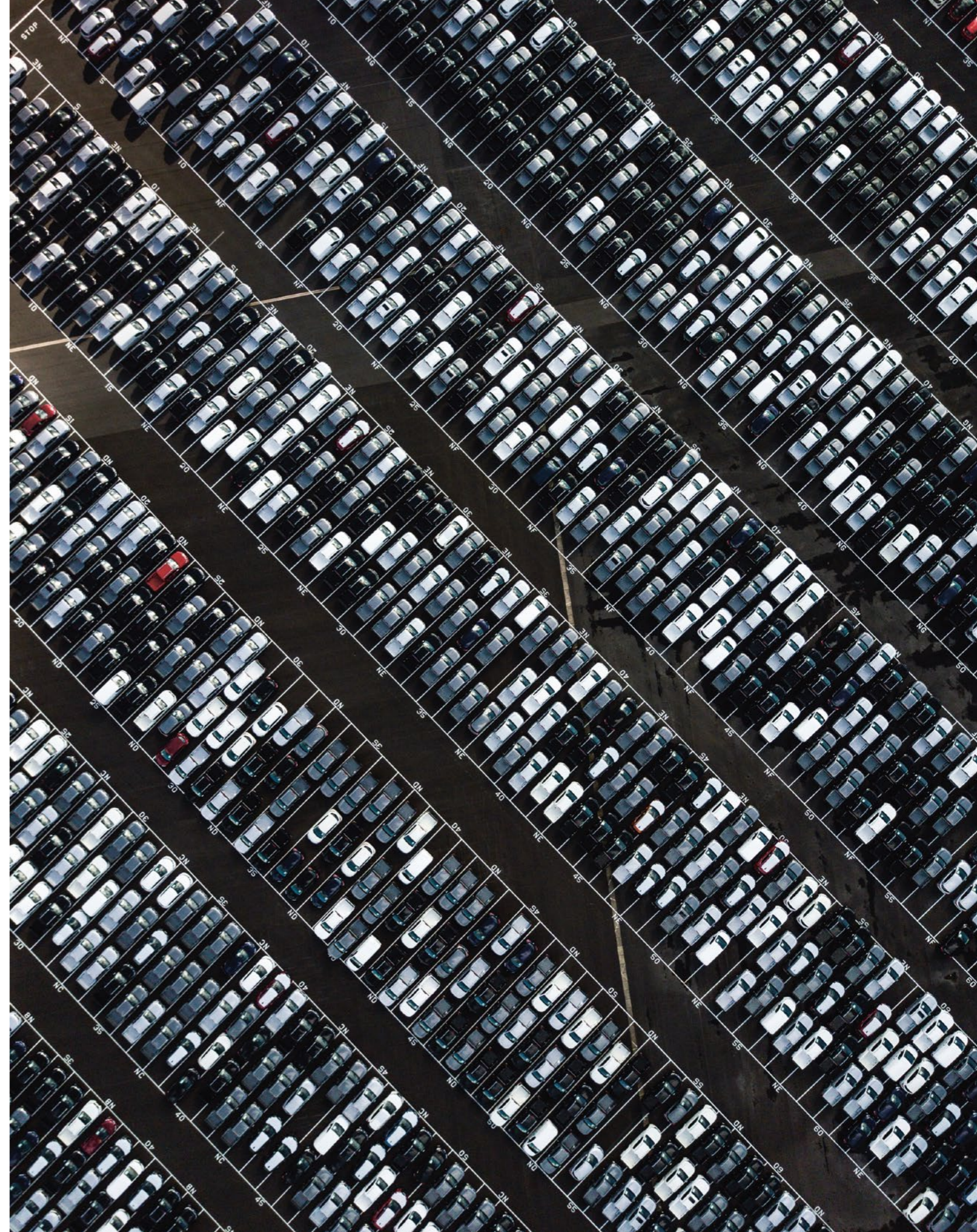
### Una tendencia internacional es la prioridad en la planificación de transportes la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. En esa línea, Volvo, anunció que hacia 2050 no fabricará más vehículos con motores diésel.

Lo anterior revela que la disponibilidad de infraestructura en cantidad suficiente para no deteriorar la calidad de la circulación es un componente básico de la planificación de políticas públicas, que requiere ser complementado con medidas de optimización y gestión que logren el mayor rendimiento de las inversiones.

Respecto a este punto, diversas publicaciones<sup>12</sup> coinciden en anticipar hacia el largo plazo un rol relevante a las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías. Sistemas integrados, con información en tiempo real sobre servicios y vehículos, inteligencia artificial para detectar patrones de comportamiento, diseño de servicios *on-demand* y abundantes fuentes de consulta e interacción con los usuarios, forman parte de nuevos escenarios de planificación, en que la función puede separarse del objeto y abrir innumerables posibilidades de servicios basados en una segmentación fina.

En este capítulo se revisa la totalidad de los proyectos viales que conforman el sistema concesionado y se analiza en cada caso el de crecimiento de la demanda y especialmente, la capacidad requerida para responder a la carga proyectada hasta 2027. Para ellos se realiza la estimación de inversiones que permitirían cerrar la brecha existente y que especialmente, evitarían el deterioro de las condiciones de circulación en ese mismo plazo.

1. <http://www.forbes.com/sites/valleyvoices/2015/01/26/six-transportation-trends-that-will-change-how-we-move/3/#d6509424d1d3>
2. <http://home.kpmg.com/uk/en/home/media/press-releases/2016/12/ten-transport-trends-expected-in-2017.html>



# Situación actual y diagnóstico

## Progreso de la brecha 2016-2025

Un objetivo de la serie ICD, es actualizar las necesidades de inversión y reportar avances en las obras previstas para cada tramo temporal. La Tabla 4.3 muestra que la inversión ejecutada es aproximadamente 12% de lo previsto para el período. Usando una aproximación, si los montos fueran ejecutados linealmente, el avance debería corresponder al 40% en los años 2016 y 2017, es decir, sobre MMUS\$4.000 en lugar de MMUS\$ 1.202 registrados.

El impacto de este retraso se traduce en agregar presión de inversión en los años inmediatos, para llegar a 2025 con los niveles de servicio para los cuales se estimaron las inversiones, o, alternativamente, desplazar

en dos años los objetivos. Una dificultad importante de esta última opción, es que la demanda continúa aumentando a las tasas previstas, y la disponibilidad desplazada de capacidad incorpora años con nivel de servicio bajo en las vías.

**Solo un 12% de la inversión se ha ejecutado entre 2016 y 2017.**

Evolución de inversiones previstas en ICD 2016 (MMUS\$) > TABLA 4.3

INVERSIONES IDENTIFICADAS EN ICD 2016		ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN EJECUTADA ENTRE 2016 Y 2017
PERÍODO 2016-2020	PERÍODO 2016-2025	
10.633	20.198	1.202

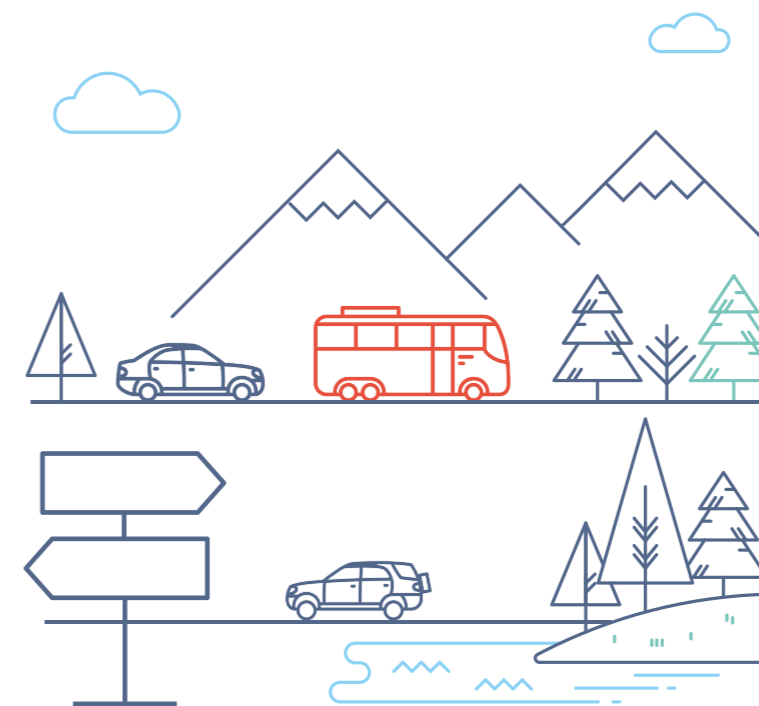
Fuente: Elaboración propia e ICD 2016-2020.

## Iniciativas regionales sobre mejoramiento de la vialidad interurbana

En un esfuerzo sistemático por plantear las necesidades de inversión más urgentes, la Cámara Chilena de la Construcción realizó un recuento de las iniciativas prioritarias para el desarrollo y competitividad del país. Para esto se generó un documento<sup>3</sup> que contiene la descripción de los ámbitos en que es necesario invertir en cada región, incluyendo una descripción global de las iniciativas.

En este caso se ha seleccionado desde ese documento el conjunto que corresponde a vialidad interurbana, con el fin de vincular proyectos específicos en carpeta, al logro de los objetivos que la Cámara plantea en su publicación. En las secciones siguientes se analiza el conjunto de proyectos viales interurbanos cuya materialización resuelve, en distinta medida, las necesidades planteadas en el recuento regional. La Tabla 4.4 contiene el listado de referencia.

La mayor parte de las iniciativas buscan mejorar la conectividad regional y resolver en forma eficiente el desplazamiento de pasajeros y carga entre sectores productivos y puertos, además de mejorar las vías de distribución internas.



3. Desarrollo regional. Objetivos y prioridades de la Cámara Chilena de la Construcción. Septiembre de 2017.



Selección de iniciativas regionales prioritarias CChC

> TABLA 4.4

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción

PROYECTO	COSTO MMUS\$	ESTADO	OBJETIVO	ÁMBITO	CIUDAD
Mejoramiento Ruta Internacional 11 CH a 3 Vías	300	Desarrollo	Mejorar la conectividad regional con estándares internacionales.	Interurbano	Arica
Doble Vía Ruta 25 Calama-Carmen Alto	306	Licitación	Ampliación y mejora a la conectividad interurbana.	Interurbano	Antofagasta
Red Vial 2050 Atacama	650	Idea	Mejorar las conexiones viales interurbanas de la región y su vocación logística minera nacional como binacional.	Interurbano	Antofagasta
Túnel de Agua Negra	1.500	Licitación	Conectar de manera permanente la Región de Coquimbo con la provincia argentina de San Juan para exportar hacia el Asia Pacífico.	Interurbano	La Serena
Concesión La Serena-Coquimbo	225	En estudio	Asignar un mayor estándar a los únicos 16 kilómetros que no están concesionados.	Interurbano	La Serena
Auto ruta Puchuncaví-Concón-Viña del Mar	207	Desarrollo	Mejorar conexión entre Gran Valparaíso y Quintero (conexión interportuaria).	Interurbano	Valparaíso
Corredor Bioceánico Aconcagua	3.000	Proyecto	Conformar un cruce confiable, eficiente y competitivo de la Cordillera de los Andes. Desarrollar un sistema de transporte y logística integrado, que vincule de manera eficaz Buenos Aires con Valparaíso/San Antonio/Ventanas.	Interurbano	Valparaíso
Túnel Paso Las Leñas	1.700	Diseño básico e Ingeniería	Ser un corredor bioceánico, que conecte Chile con Argentina, a través de la Región de O'Higgins y Provincia de Mendoza.	Interurbano	Rancagua
Ruta Alhué	328	Declarado de interés público	Alternativa de conexión vial entre Rancagua y el puerto de San Antonio.	Interurbano	Rancagua
Ruta 66	600	Por licitar	Mejorar la infraestructura vial, lo que permitirá un mayor desarrollo y competitividad agrofrutícola de la zona, incentivando la actividad industrial y comercial entre las regiones V, VI y Metropolitana.	Interurbano	Rancagua
Ruta 90 (San Fernando-Santa Cruz)	90	Desarrollo	Mejoramiento de la ruta y disminución de índices de accidentabilidad.	Interurbano	Rancagua
Doble Vía Rancagua-Doñihue	25	Proyecto	Mejoramiento vial entre Rancagua y Doñihue.	Interurbano	Rancagua
Doble Vía San Javier-Constitución (L-30-M)	120	Idea	Consolidación del corredor bioceánico.	Interurbano	Talca
Interconexión Vial Logística Portuaria Concepción, Ruta Pie de Monte	163	Concesiones públicas	Generar conexión interportuaria y mejorar actual congestión vehicular de la ruta 160 (tramo San Pedro).	Interurbano	Concepción

190

PROYECTO	COSTO MMUS\$	ESTADO	OBJETIVO	ÁMBITO	CIUDAD
Interconexión Copiulemu-Hualqui-Puerto Coronel	97	Diseño de Ingeniería	Permitir rápido acceso a puerto de Coronel de tránsito proveniente desde la Ruta 5 Sur.	Interurbano	Concepción
Mejoramiento Ruta Abanico-Paso Internacional Pichachén, Antuco	42	Idea	Generar un nuevo paso internacional y potenciar turismo rural de la zona.	Interurbano	Concepción
Doble Vía Freire-Villarrica-Pucón, Incluye bypass Villarrica	300	Proyecto	Mejoramiento de la conectividad hacia la zona Lacustre de La Araucanía.	Interurbano	Temuco
Doble Vía Valdivia-Mariquina y Valdivia Paillaco	250	Estudio de proposición, Fase I	El Proyecto «Accesos a Valdivia» busca poner a disposición de la comunidad una infraestructura vial de alto estándar, que otorgue sustentabilidad al desarrollo social, económico, turístico y productivo de la ciudad de Valdivia y la región.	Interurbano	Valdivia
Doble Vía Ruta Internacional 215	120	Idea	Contar y mejorar con una vía de doble calzada la conectividad entre Chile con Argentina y la Patagonia chileno-argentina acercando el mercado comercial atlántico a las regiones del sur austral de Chile.	Interurbano	Osorno
Ruta Costera Provincia Osorno	Sin información	Idea	Impulsar la conectividad y el desarrollo del borde costero de la Región de Los Ríos y Los Lagos, potenciando el desarrollo productivo y turístico en la zona costera Sur.	Interurbano	Osorno
Conexión Ruta 7 Y Doble Vía Chacao-Quellón	1.542	Proyecto	Conectar Chiloé con Chile continental vía terrestre y con estándar de doble calzada y continuar la conectividad austral.	Interurbano	Puerto Montt
Pavimentación de Ruta X-728 desde Pto. Tranquilo hasta Bahía Exploradores	210	Idea	Mejoramiento de ruta que favorece diversos sectores productivos.	Interurbano	Coyhaique
Programa de Pavimentación Ininterrumpido Chacabuco-Balmaceda	540	Idea	Mejoramiento de ruta que favorece a todos los sectores productivos.	Interurbano	Coyhaique
Camino de Penetración de Puerto Natales a Caleta Tortel	800	Idea	Mejorar la conectividad marítima-terrestre entre las regiones de Aysén y Magallanes	Interurbano	Puerto Natales
Puerto Multipropósito Puerto Williams	68	Desarrollo y Proyecto	Potenciar a Puerto Williams como la ciudad más austral del mundo, partiendo con el mejoramiento de su infraestructura portuaria.	Interurbano	Puerto Williams
Camino de Penetración de Vicuña-Yendegaia	120	Idea	Dotar de conectividad terrestre a las localidades de Vicuña y Yendegaia.	Interurbano	Puerto Williams

191

# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

## Estimación de inversión en infraestructura vial concesionada

### Localización de concesiones viales

Una parte importante de la vialidad interurbana principal en Chile se encuentra concesionada en diferentes etapas: proyectos en operación, proyectos en construcción y proyectos en licitación. Existe, además, un conjunto de proyectos en planes de licitación o en agenda del Ministerio de Obras Públicas que conforman posibles futuras concesiones.

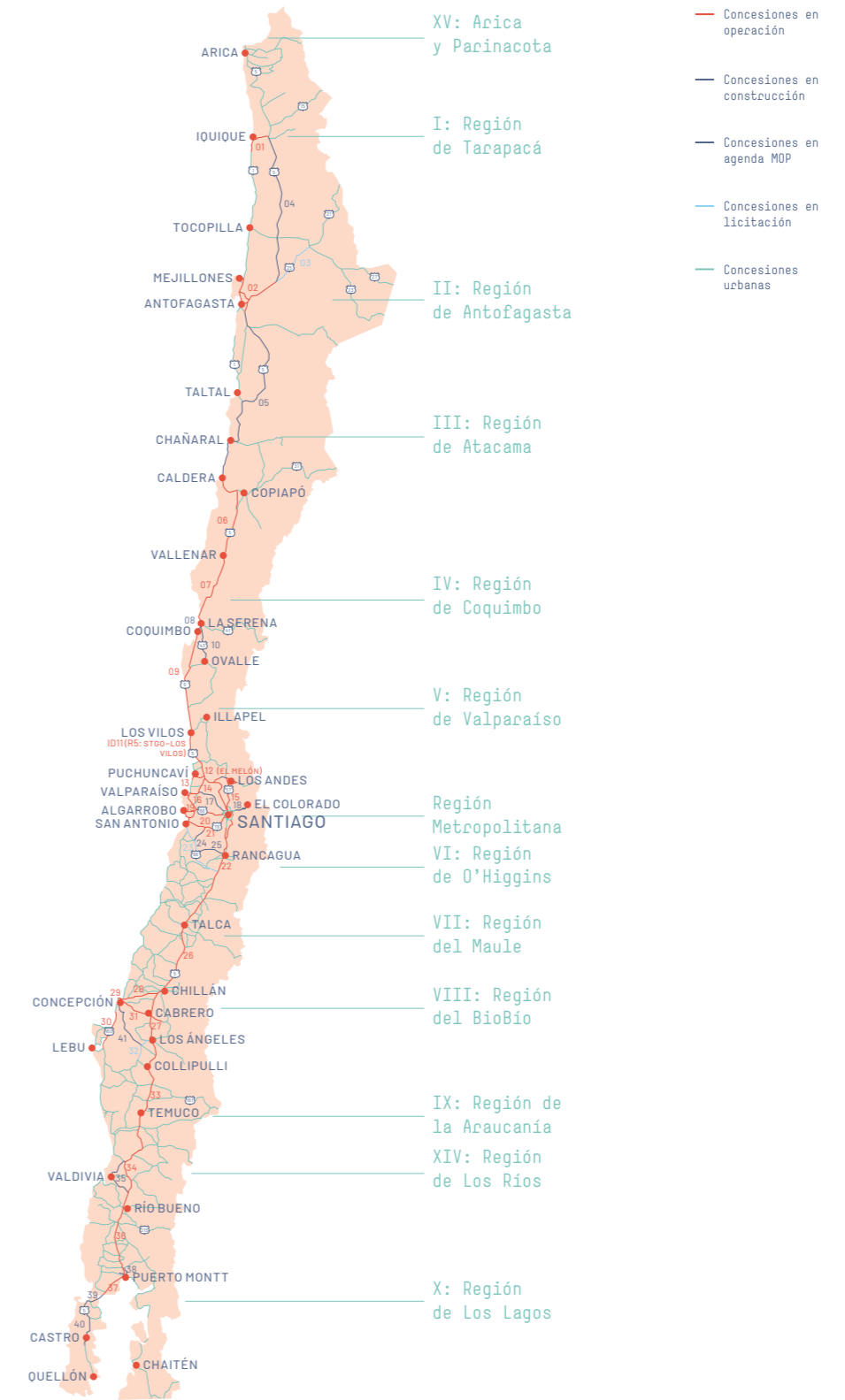
Se identificaron 41 concesiones, de las cuales 25 están actualmente en operación, 1 en construcción, 3 en proceso de licitación y 12 en agenda publicada por el Ministerio de Obras Públicas. Algunas de estas últimas no tienen una fecha definida para una próxima licitación de obras, pero han sido incluidas igualmente, ya que sobre cada iniciativa existe interés de una próxima licitación según los resultados de los análisis que, en general, se encuentran en desarrollo.

**Se observa cómo se ha priorizado la Ruta 5 uniendo al país de norte a sur con similares estándares de calidad.**

La Figura 4.2 presenta la localización de las distintas iniciativas de concesión en Chile identificando la etapa en la que se encuentran a octubre 2017.

Se observa cómo se ha priorizado la Ruta 5 uniendo al país de norte a sur con similares estándares de calidad. La mayor concentración de población en la zona central del país, además de la localización de los dos mayores puertos del país, Valparaíso y San Antonio, han significado una mayor densidad vial concesionada que conectan los principales centros poblados y puertos con la capital a través de infraestructura vial concesionada.

Localización de concesiones viales en operación, en agenda o licitación > FIGURA 4.2



Fuente: Elaboración propia [estado a octubre 2017].

**Necesidades de incremento de capacidad para concesiones en operación**

De los proyectos concesionados en operación, la pregunta que buscamos responder es: ¿existe capacidad disponible para que aumente el flujo hasta el año 2027 sin generar problemas de congestión? En estos casos, a partir de la proyección de los flujos, medidos en vehículos equivalentes por hora, es posible verificar qué tan cerca de la capacidad se encuentran funcionando las distintas concesiones en operación. Los supuestos y datos considerados para los análisis realizados se resumen a continuación:

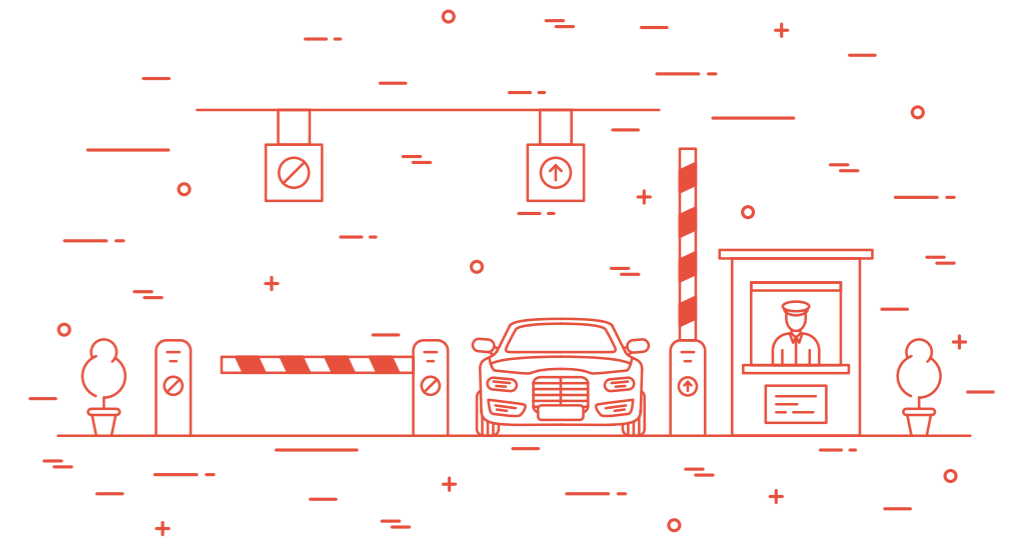
- Para cada una de las concesiones en operación se dispone de información, a nivel horario de los flujos observados del 1 de enero al 30 de agosto de 2017 (en algunos casos la información está disponible hasta el 31 de julio). Con esta información fue posible verificar cuán cerca de la capacidad máxima de diseño circulan los usuarios que utilizan las distintas autopistas en el país, anticipando así las necesidades de ampliación en ciertos casos que se detallan más adelante.
- En la versión 2016 del ICD se trabajó con un grupo de datos más limitado que el actual. En efecto, la información disponible correspondió únicamente a los registros de las plazas de peaje para días normales del mes de abril 2015 (sin Semana Santa ni vísperas de festivos). La nueva información 2017 permite realizar estimaciones más precisas que, al incluir la temporada de verano, generan casos que no fueron identificados en el ICD anterior con nuevas necesidades de inversión.
- Con la información horaria registrada en 2017 se determinó, para todas las plazas de peaje troncales existentes, el flujo horario por sentido que utiliza cada una de ellas.

- Se estimó la variación en la velocidad de circulación para distintos niveles de flujo horario. La relación existente entre velocidad y flujo en general se representa a través de una curva que describe como, a medida que el flujo se incrementa, la velocidad disminuye. Existe en esta curva un primer tramo con variaciones pequeñas (y flujos bajos) pero, a medida que la demanda se aproxima a la capacidad del arco, la tasa de disminución de la velocidad es mayor. Esto permite representar, por ejemplo, el caso de vías próximas a la saturación, en que una variación pequeña en el número de vehículos produce un alto impacto alcanzando niveles de saturación, y generando una caída brusca de la velocidad. La función que internacionalmente describe esta curva se representa por la siguiente ecuación:

$$S(V) = \begin{cases} S_0 & V \leq F \\ S_1 + (S_1 - S_0)(V - F)/(C - F) & F < V \leq C \\ S_1 / (1 + S_1(V - C)/8dC) & V > C \end{cases}$$

Donde:

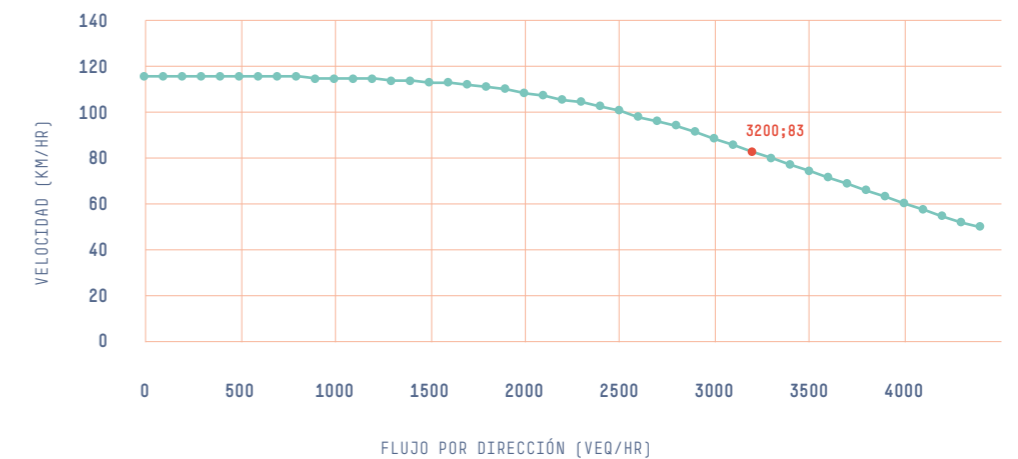
- t: Tiempo del arco (horas)
- d: Distancia del arco (kilómetros)
- S = d/t: Velocidad del arco (km/hr)
- V: Flujo del arco (vehículos por hora)
- S<sub>0</sub>: Velocidad a flujo libre (km/hr)
- S<sub>1</sub>: Velocidad a capacidad (km/hr)
- F: Flujo máximo en el que se mantienen las condiciones de flujo libre
- C: Capacidad (vehículos por hora)



Utilizando los parámetros que representan a una autopista de 2 pistas por sentido de circulación, es posible graficar una curva

flujo - velocidad, que refleja la variación de velocidad para un caso como la Ruta 5 en su tramo interurbano.

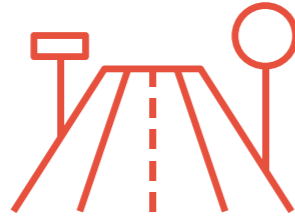
**Curva flujo-velocidad caso Autopista Interurbana con 2 pistas por sentido**  
> FIGURA 4.3



Fuente:  
Elaboración propia.

# 3.233

kilómetros de vías licitadas hay en Chile actualmente.



196

Se asume entonces que para una autopista como la Ruta 5 en su tramo interurbano (2 pistas por sentido), los flujos que gatillan la necesidad inmediata de aumentos de capacidad equivalen a un máximo de 3.200 vehículos por hora (suma de ambas pistas de circulación por sentido). De alcanzar los valores anteriores, las velocidades de circulación disminuirían considerablemente respecto a la capacidad de diseño original de la autopista de 120 a 83 kilómetros por hora. Es decir, se considera que el incremento de capacidad debería existir antes de llegar al límite de 3.200 vehículos por hora.

- El tráfico horario utilizado como representativo o de diseño para 2017 correspondió al que normalmente se denomina el flujo de la «hora 30»<sup>4</sup>. Es decir, es el flujo horario que, ordenado de mayor a menor para los registros del año, ocupa el lugar número 30 y, por lo tanto, se registran 30 horas en que ese flujo es excedido. Al utilizar la hora 30, lo que se hace en la práctica es establecer un valor de referencia que permite anticipar las decisiones de inversión en forma oportuna. No se utiliza el valor máximo observado en un año, y al mismo tiempo se establece un límite al número de horas por año en que se acepta que la carretera esté por sobre ese valor. Este flujo de diseño (en vehículos equivalen-

tes/hora) es el que se comparará con el valor de referencia de 3.200 vehículos por hora indicados anteriormente.

- Este flujo de diseño (hora 30) se proyectó al año 2027 aplicando en cada caso la elasticidad PIB de la demanda, estimada a partir de la serie histórica de crecimiento del producto y la serie de demanda respectiva. Esto resultó en tasas de crecimiento propias de cada tramo, que se aplicaron a los flujos de la hora 30 observados en 2017.
- En los casos en que los datos históricos no estaban completos, se utilizó como referencia la información de tráfico en puntos de cobro de concesiones cercanas. En ciertos casos existen concesiones en que la puesta en servicio no alcanza a cubrir el año 2017 completo, para ellos se estimó el total equivalente al año utilizando proporciones de referencia.

Se presentan las estimaciones para todas las concesiones en operación a octubre de 2017 y en la Tabla 4.5 se incluye el resumen de las principales conclusiones e inversiones estimadas para cada caso. El detalle se encuentra en el Anexo: «Detalle estimación nuevas inversiones concesiones en operación».

La inversión requerida se estimó a partir de un supuesto unitario entre 0,5 y 2 millones de dólares por kilómetro, según la complejidad del tramo.

4. El índice Hora 30 se usa comúnmente para determinar límites de capacidad en infraestructura. Su equivalente en aeropuertos, por ejemplo, se refiere al máximo de pasajeros que es atendido en una puerta de embarque.

## Inversiones identificadas concesiones en operación

A partir de los análisis anteriores fue posible identificar las inversiones requeridas para cada una de las concesiones en operación. Se identificaron 2 tipos de inversión:

- La primera corresponde a inversiones producto de obras en construcción que probablemente no estarán finalizadas en diciembre de 2017. En este mismo grupo se han incluido las segundas concesiones que incorporan nuevas obras, es decir, obras ya definidas e incorporadas como parte de nuevos contratos de concesión para un mismo proyecto.
- El segundo grupo no forma parte de inversiones definidas por nuevos contratos de concesión, pero se han identificado como una necesidad de incrementar capacidad según los análisis descritos anteriormente y que se detallan más adelante en Recomendaciones de acción.

El resultado de la inversión estimada en el ejercicio de 2017 presenta una diferencia importante respecto a lo estimado en el informe Infraestructura Crítica Para el Desarrollo publicado en 2016, (ICD 2016), principalmente por las siguientes razones:

- En el ICD 2016, existía un monto de inversión importante que, según los planes

oficiales, se requerirían después del año 2025, por lo que en esta nueva actualización aparecen como inversiones nuevas clasificadas en un período de análisis diferente.

- La disponibilidad de datos actuales y la nueva información, que incluye los totales por hora considerando la temporada de verano, entregan resultados que reflejan necesidades de inversión superiores a lo que se había estimado en el ICD anterior, dado que en esa versión solo fue posible disponer de datos para los días normales del mes de abril de 2015 como base para estimar los flujos máximos por hora.
- Se han incorporado en esta sección (vialidad interurbana) las inversiones correspondientes a los tramos urbanos de concesiones interurbanas, cuando forman parte de la concesión completa. En general, esto corresponde principalmente a las obras de acceso a Santiago de la Ruta 5 Norte, Ruta 5 Sur, Ruta 57, Ruta 78, Ruta 68 y Acceso Sur entre otros. En la versión ICD 2016, estos tramos formaban parte de las estimaciones de vialidad urbana. Es decir, la parte urbana de las concesiones interurbanas, en este documento, se agrega a cada concesión como una unidad.

197

**Resumen general inversiones estimadas concesiones en operación**

> FIGURA 4.5

ID EN FIGURA	NOMBRE	EXTENSIÓN (KM)	INICIO CONCESIÓN	FIN CONCESIÓN	INVERSIÓN TIPO 1 (*) (MMUS\$)		INVERSIÓN TIPO 2 (**) (MMUS\$)		TOTAL (MMUS\$)	
					2018-2022	2018-2027	2018-2022	2018-2027	2018-2022	2018-2027
1	Alternativas de acceso a Iquique	78,4	Sep 2011	32 años o VPI (Sep 2043)	0	0	0	0	0	0
2	Autopistas de la Región de Antofagasta	201	Abr 2010	Sep 2030	0	0	0	0	0	0
6	R5 Tramo, Vallena-Caldera	227	Mar 2009	35 años o VPI (Mar 2044)	0	0	0	0	0	0
7	Ruta 5, Tramo La Serena-Vallenar	186,5	Abr 2012	35 años o VPI (Abr 2047)	0	0	0	0	0	0
9	R5, Tramo Los Vilos-La Serena	229	Dic 1997	Dic 2022	0	0	0	3	0	3
11	R5 Tramo Santiago-Los Vilos	218	Mar 1997	Mar 2023	11	11	90	90	101	101
12	Túnel El Melón	5,2	Jun 2016	Jun 2031	125	125	0	0	125	125
13	Camino Nogales-Puchuncaví	43	Ago 2016	Ago 2054	210	210	0	0	210	210
14	Camino Internacional Ruta 60 CH	90	Jul 2004	Jul 2036	20	20	0	0	20	20
15	Camino Santiago-Colina-Los Andes (R57)	116	Oct 1997	Mar 2026	0	0	23	46	23	46
16	Interconexión Vial Santiago-Valparaíso-Viña del Mar	141	Ago 1999	25 años o VPI (2023)	0	0	121	221	121	221
19	Red Vial Litoral Central	79	Nov 2001	Nov 2031	0	0	0	54	0	54
20	Autopista Santiago-San Antonio, (R78)	131	Sep 1995	Mar 2021	125	125	66	66	191	191
21	Variante Melipilla	8	Abr 2003	Abr 2033	0	0	0	0	0	0
22	R5, Tramo Santiago-Talca y Acceso Sur a Santiago.	237	Sep 1999	(MDI >= ITC) (Sep 2030)	75	75	158	193	233	268
26	R5, Tramo Talca-Chillán	193	Mar 1996	Variable (MDI). (2020)	0	0	0	0	0	0
27	R5, Tramo Chillán-Collipulli	161	Jun 1998	Variable (MDI) (2020 o 2021)	0	0	0	0	0	0
28	Acceso Norte a Concepción	89	Abr 1995	Abr 2023	0	0	0	0	0	0

198

ID EN FIGURA	NOMBRE	EXTENSIÓN (KM)	INICIO CONCESIÓN	FIN CONCESIÓN	INVERSIÓN TIPO 1 (*) (MMUS\$)		INVERSIÓN TIPO 2 (**) (MMUS\$)		TOTAL (MMUS\$)	
					2018-2022	2018-2027	2018-2022	2018-2027	2018-2022	2018-2027
29	Ruta Interportuaria Talcahuano-Penco	14,6	Abr 2002	Oct 2033	0	0	0	0	0	0
30	R160, Tramo Tres Pinos-Coronel	89	Sep 2008	40 años o VPI (Sep 2048)	0	0	0	0	0	0
31	Autopista Concepción-Cabrero	103	Sep 2011	35 años o VPI (Estimado 2032)	0	0	0	0	0	0
33	R5, Tramo Collipulli-Temuco	144	Mar 1999	Variable (MDI) (2024)	0	0	0	0	0	0
34	R5, Tramo Temuco-Río Bueno	172	Jun 1998	Jun 2023	0	0	0	0	0	0
36	R5, Tramo Río Bueno-Puerto Montt	136	Sep 1998	Sep 2023	0	0	0	19	0	19
37	R5, Tramo Puerto Montt-Pargua	55	May 2010	40 años o VPI (May 2050)	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>3.146,7</b>		<b>TOTAL</b>	<b>566</b>	<b>566</b>	<b>458</b>	<b>692</b>	<b>1.024</b>	<b>1.258</b>
									<b>ICD ANTERIOR</b>	<b>437</b>

199

Fuente:  
Elaboración propia a base de información publicada por el Ministerio de Obras Públicas y las distintas concesionarias.

[\*] Inversión Tipo 1: Inversión por obras definidas en nuevos contratos o por relicitaciones ya definidas

[\*\*] Inversión Tipo 2: Inversiones necesarias para incrementar capacidad no contempladas en nuevos contratos  
Detalles en Anexo: «Detalle estimación nuevas inversiones concesiones en operación»

**Inversiones identificadas concesiones en construcción**

Las inversiones de obras actualmente en ejecución identificadas para las distintas concesiones, que corresponden a mejoras o segundas licitaciones de una concesión en operación, fueron incorporadas en el punto anterior (R5 Santiago–Los Vilos, Túnel El Melón, Camino Nogales–Puchuncaví; Ruta 60CH).

Se identifica, sin embargo, una nueva concesión en obra que no ha sido incluida en el listado anterior y que corresponde a la Ruta 43 La Serena–Ovalle (ID10).

Se trata de una concesión con una inversión total de 293 millones de dólares. Según el ICD 2016, las obras estarían finalizadas en octubre de 2017; sin embargo, estas solo cuentan con un 51% de avance. La nueva fecha estimada de finalización de las obras corresponde a marzo de 2019 (asume puesta en servicio provisoria en marzo de 2018, y un año después la puesta en servicio definitiva de todas las obras).

Por lo anterior, los montos a considerar para el nuevo período de análisis se resumen en la Tabla 4.6 y que corresponden a las obras pendientes de ejecutar del proyecto descrito.



**Resumen general de inversiones estimadas de concesiones en construcción**

> TABLA 4.6

ID EN FIGURA	NOMBRE	EXTENSIÓN (KM)	INICIO CONCESIÓN	FIN CONCESIÓN	INVERSIÓN TOTAL POR OBRAS PENDIENTES DE EJECUTAR (MMUS\$)	
					2018–2022	2018–2027
10	Ruta 43, La Serena–Ovalle	86	May 2013	May 2043	110	110



Fuente: Elaboración propia a base de lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas.

**US\$  
323**

**millones por año se debería invertir en mantener las actuales autopistas interurbanas.**

**Inversiones para mantención obras concesionadas**

Para mantener condiciones de seguridad, buen estado del pavimento y nivel de servicio, todas las concesiones deben incluir, en sus presupuestos, obras de mantención y conservación.

La longitud total correspondientes a las concesiones identificadas (en operación y en construcción), da un total de 3.233 kilómetros de vías licitadas, a mantener por los próximos años.

Asumiendo un valor promedio de inversión inicial de 2 millones de dólares por kilómetro y un 5% anual de ese monto para mantención, se obtiene un valor de 323 millones de dólares por año que se debería invertir en mantener las actuales autopistas interurbanas. Para el caso de las estimaciones incluidas en este informe, se supuso un valor promedio anual fijo (podría considerarse un perfil de financiamiento diferente pero no se cuenta con antecedentes que lo respalden).

En resumen, los totales estimados para el período de análisis corresponden a los que se presentan en la Tabla 4.7.

**Resumen general de inversiones estimadas para mantención de concesiones > TABLA 4.7**

PERÍODO 2018–2022 (MMUS\$)	PERÍODO 2018–2027 (MMUS\$)
1.615	3.230

Fuente: Elaboración propia.

En ICD 2016 los montos para el primer quinquenio y decenio asociados a mantención de infraestructura vial concesionada fueron de 1.605 y 3.021 millones de dólares, es decir, en esta nueva versión del ICD los montos se incrementaron levemente. Hay que considerar además que en esta actualización se contabilizaron 28 kilómetros más en el total de infraestructura concesionada.



### Inversiones para concesiones en agenda o en licitación

Existen 3 proyectos que a octubre de 2017 se encuentran en proceso de licitación y 12 en la agenda de concesiones.

Varios de ellos están en estudio y algunas de las licitaciones incluirían la elaboración de los diseños de ingeniería, previo a las obras. En función del estado de cada proyecto, se realizó el supuesto de fechas de construcción e inversiones que se presenta en la Tabla 4.8. En el Anexo: «Detalle concesiones en agenda o licitación» se encuentra cada una de las iniciativas incorporadas.

Se estima improbable que la construcción y operación de proyectos que se encuentran en estudio o que aún están sujetos a evaluación y presentan complejidad mayor,

inicien obras antes de 2027. La evidencia nos indica que en general los proyectos complejos alcanzan hasta 10 años de estudios y negociaciones antes de iniciar obras.

En ICD anterior los montos para el primer quinquenio y decenio fueron de 1.498 y 2.555 millones de dólares respectivamente. Se observa en esta actualización que los nuevos montos estimados se han desplazado al nuevo período de análisis y al mismo tiempo se han incrementado. Esto último debido principalmente al aumento del presupuesto de la Ruta 66, Camino de la Fruta, que por nuevas exigencias ambientales ha debido redefinir su trazado incrementando el valor total de la obra originalmente estimado de 326 a 600 millones de dólares.

Resumen general de inversiones estimadas. Concesiones en agenda o en licitación. > TABLA 4.8

ID	CONCESIONES EN AGENDA O EN LICITACIÓN	KM A CONCESIONAR	INVERSIÓN TOTAL (MMUS\$)	INVERSIONES POR PERÍODO (MMUS\$)	
				2018 -2022	2018 -2027
03	R25: Rutas del Loa	136	273	220	273
04	Ruta 5 tramo Tarapacá-Antofagasta	370	476	0	0
05	Ruta 5, Tramo Caldera-Antofagasta (*)	469	605	150	250
08	2ª Concesión R5 Los Vilos-La Serena	16 (**)	133	0	133
17	Autopista Santiago Marga-Marga-Quillota	80	1.200	0	0
18	Ruta G21, Acceso a centros de esquí	30	107	40	107
23	R66: Camino de la Fruta	144	600	150	600
24	Ruta G-60: Conexión Vial Melipilla-Camino de la Fruta	31	38	0	0
25	Ruta G-692: Ruta Transversal O'Higgins	68	300	0	0
32	Ruta Nahuelbuta	55	230	230	230
35	Rutas de Acceso a Valdivia	88	209	0	209
38	Concesión Vial Autopista Metropolitana de Puerto Montt (incluye tramo urbano)	34	321	80	321
39	Puente sobre canal de Chacao	2,7	740	740	740
40	Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé (R5)	110	236	90	236
41	Camino de la Madera	108	142	0	0
<b>TOTAL</b>				<b>1.700</b>	<b>3.099</b>

(\*) Inversión en el período de análisis considera sólo tramo Caldera - Chañaral. Obras tramo restante se estiman posteriores al 2027

(\*\*): Inversiones estimadas incluyen sólo tramo urbano que formaría parte de la concesión completa.

Fuente:  
Elaboración propia a base de lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas.

## Inversiones en vialidad interurbana no concesionada

A partir del programa de inversiones de la Dirección de Vialidad del MOP se identificaron los montos que anualmente se proyectan para inversión en vialidad no concesionada. Los proyectos incluidos en vialidad corresponden principalmente a mantención, conservación o reposición de pavimentos, además de algunas mejoras o ampliaciones de calzadas o cruces en vialidad interurbana que no se encuentra concesionada. Los proyectos incluidos en la inversión consideran únicamente aquellos en ejecución (ya sea de arrastre o nuevos).

Una condición indispensable para asegurar la ejecución de los proyectos en carpeta es la capacidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP), para materializar las inversiones presupuestadas. En efecto, la publicación de los planes e incluso la asignación de presupuestos no garantiza que ellos se ejecutarán oportunamente.

El resumen por región considerado en el plan de inversiones en vialidad 2017 del MOP es el que se presenta en la Tabla 4.9.

### Resumen general del plan de inversiones 2017 MOP (\*)

> TABLA 4.9

REGIÓN	TOTAL ANUAL (MMUS\$)			
	2017	2018	2019	2020
Arica y Parinacota	92,5	66,3	33,2	8,4
Tarapacá	58,4	78,3	31,7	9,9
Antofagasta	68,1	55,3	45,3	18,4
Atacama	63,2	36,0	25,4	23,5
Coquimbo	79,5	56,9	25,6	12,5
Valparaíso	79,1	41,8	49,1	29,7
Metropolitana	82,2	81,1	61,4	41,7
O'Higgins	68,2	71,2	30,2	24,4
Maule	138,1	83,2	58,8	37,9
Biobío	130,9	92,7	67,0	26,1
La Araucanía	93,0	107,4	54,8	38,0
Los Ríos	107,3	97,5	51,7	24,8
Los Lagos	195,5	237,6	279,2	241,7
Aysén	92,4	59,2	29,2	9,7
Magallanes	74,8	79,1	61,3	23,4
No regionalizable	20,2	21,0	1,2	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>1.443,4</b>	<b>1.264,6</b>	<b>905,0</b>	<b>570,0</b>

(\*) Incluye suma de proyectos de vialidad en ejecución, de arrastre y nuevos.

Fuente:  
Elaboración propia a base de lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas.

Para estimar el total para el próximo quinquenio y decenio, se supuso que el nivel de inversión se mantendría en niveles similares a lo proyectado para 2018, ya que, a pesar de observar una baja en la Tabla 4.9 para los años futuros, lo que ocurre en la práctica es que los proyectos se completan a medida que se ejecutan los anteriores y, por lo tanto, la inversión futura debería mantener valores

similares a los actuales como resultado de la superposición de las etapas.

Se proyectó el año 2018 y no 2017 debido a lo observado en la ley de presupuesto 2018 y los recursos efectivamente incluidos en ella, además de la capacidad de ejecución histórica de los últimos años del MOP, que se acerca más a un valor similar al de 2018.

En resumen, las cifras en este caso indican:

### Resumen general de inversiones en vialidad interurbana no concesionada

> TABLA 4.10

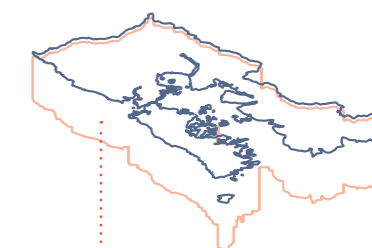
PERÍODO 2018-2022 (MILLONES DE DÓLARES)	PERÍODO 2018-2027 (MILLONES DE DÓLARES)
6.323	12.646

Fuente:  
Elaboración propia.

En el ICD anterior los montos para el primer quinquenio y decenio fueron de 7.093 y 14.185 millones de dólares. Se observa en esta actualización que los nuevos montos estimados han disminuido para este ítem, lo que se explica

principalmente por la incorporación del efecto observado sobre capacidad de ejecución del MOP en los últimos años, lo que anticipa valores más cercanos a los proyectados en esta actualización que lo considerado en el ICD anterior.

**La Región de Los Lagos se posiciona como la zona donde se realizarían mayores inversiones entre 2018 y 2020.**





## Resumen total de inversiones

En resumen, los montos de inversión requeridos para el sistema vial interurbano, tanto concesionado como no concesionado, son los que se presentan en la Tabla 4.11.

### Resumen total de inversiones en vialidad interurbana concesionada y no concesionada > TABLA 4.11

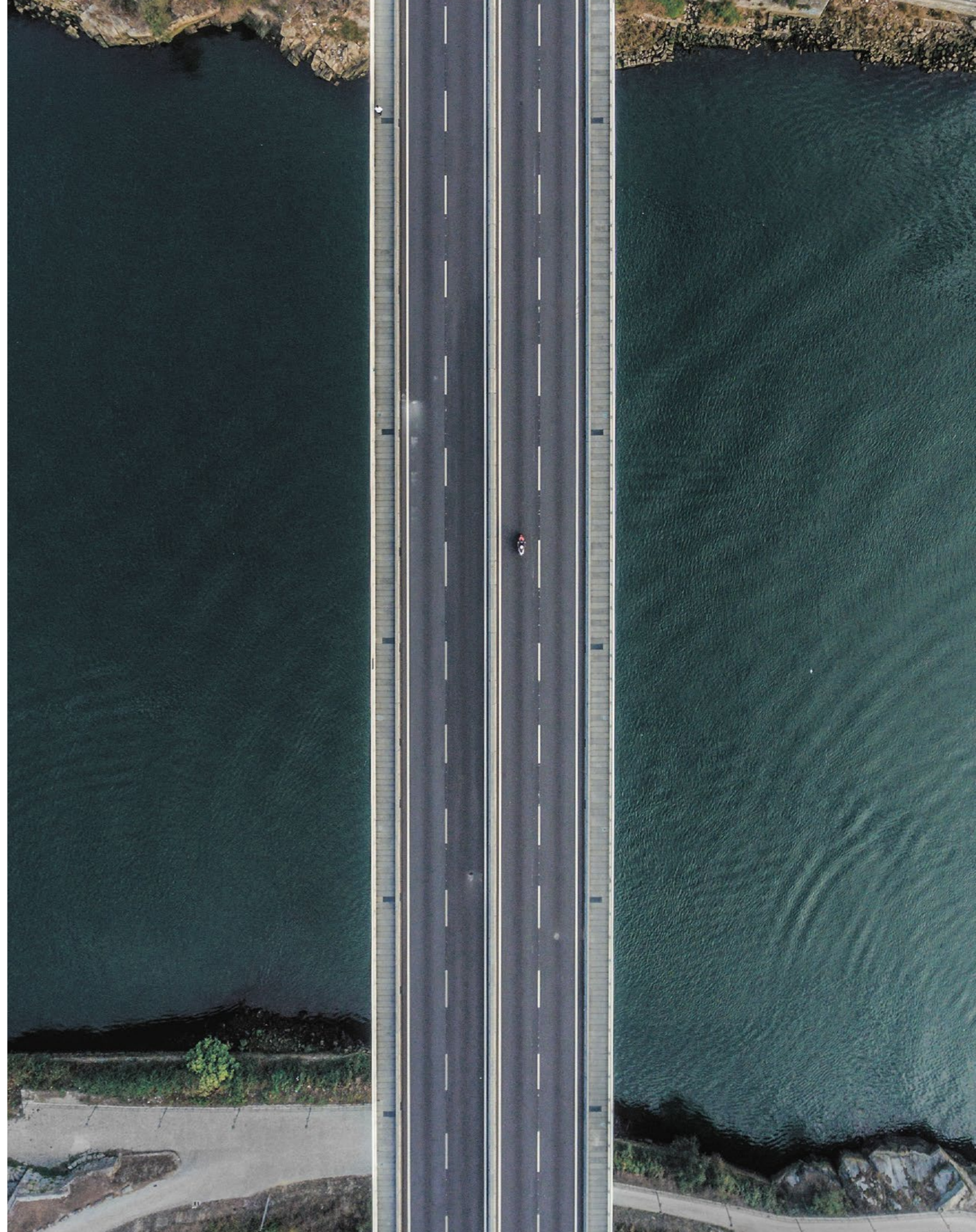
DETALLE	2018-2022	2018-2027
Concesiones en operación: Inversión ya definida en contratos	566	566
Concesiones en operación: Necesidades de aumentos de capacidad	458	692
Concesiones en construcción	110	110
Mantenimiento vías concesionadas	1.615	3.230
Concesiones en agenda o en licitación	1.700	3.099
Vialidad interurbana no concesionada	6.323	12.646
<b>TOTAL (MM US\$)</b>	<b>10.772</b>	<b>20.343</b>

ICD anterior: 10.633 y 20.198 millones de dólares para primer quinquenio y decenio, respectivamente.

Fuente:  
Elaboración propia.

Las cifras proyectadas confirman lo recomendado en el ICD2016, respecto a la necesidad de incorporar inversión privada a través de nuevos mecanismos que permitan una mayor velocidad de ejecución. De lo contrario, el efecto que se acumulará, será en forma permanente desplazar la brecha no resuelta en el tiempo, en lugar de reducirla para alcanzar los niveles de servicio que el sistema requiere para aumentar su competitividad y eficiencia.

**Las cifras proyectadas confirman la necesidad de incorporar inversión privada a través de nuevos mecanismos que permitan una mayor velocidad de ejecución.**



## Recomendaciones de acción

Tanto la información de la Tabla 4.11 como aquella reportada en la Tabla 4.3 hacen evidentes las prioridades de acción, según se describe a continuación:

208

- En el caso de la infraestructura concesionada, la recomendación es mantener un seguimiento detallado de la demanda y especialmente, actualizar las proyecciones de manera que sea posible anticipar oportunamente las inversiones en ampliación de capacidad. La historia muestra que, en general, se ha trabajado sobre promedios y que las obras se han ejecutado cuando el nivel de servicio ya había comenzado a deteriorarse. Esto implica ajustes simples al sistema de reporte de las concesionarias y posiblemente, nuevos mecanismos de seguimiento y control de tráfico por parte del MOP. Es particularmente importante hacer análisis de las horas punta y usando por ejemplo el índice H30, determinar cuándo es el momento en que se debe licitar o acordar nuevas obras.
- En el caso de la vialidad no concesionada, el tratamiento es diferente. Debido a que se trata de proyectos financiables con fondos públicos, están sometidos a las reglas del sistema nacional de inversiones que exige niveles mínimos de rentabilidad social. Por esto, la recomendación se refiere principalmente a la construc-

ción y mantención de bancos de proyectos, preparados para recibir inversiones. Para avanzar en forma equilibrada entre las regiones, se sugiere que exista un banco integrado de proyectos asociados a una visión estratégica de la vialidad en el país, que pueda ser guía para el trabajo de corto plazo. A partir de este banco se debería asignar prioridades por región en conjunto con los Gobiernos Regionales, lo que permitiría avanzar en licitaciones en forma permanente.

- La recomendación más importante se refiere a la necesidad de anticipación en las inversiones y a la conveniencia de contar con métodos de análisis y proyección de fácil actualización, que ayuden a determinar los plazos en que las obras deberán encontrarse operativas.
- La próxima elección de las autoridades regionales, junto con la planificación central de la infraestructura vial estructurante del país, requerirán reglas claras de coordinación y responsabilidades en la asignación de fondos para proyectos. Asimismo, el rol de los Consejos Regionales toma importancia mayor cuando se estima que la vialidad no concesionada requerirá inversiones por más de 20 mil millones de dólares en la próxima década, para mantener condiciones de competitividad que favorezcan el crecimiento.

**La recomendación más importante se refiere a la necesidad de anticipación en las inversiones y a la conveniencia de contar con métodos de análisis y proyección de fácil actualización, que ayuden a determinar los plazos en que las obras deberán encontrarse operativas.**

# Resumen

Chile llegó a ocupar el lugar

# #12



en el indicador de calidad general de la infraestructura del Índice Global de Competitividad 2010-2011.

5 años después  
cayó al #35 en el  
informe 2015-2016.



# Solo un 12%



de la inversión estimada en el ICD anterior se ha ejecutado durante los años 2016 y 2017 en Chile.

# 3.233

kilómetros de vías licitadas existen en el país.



# 20.343

millones de dólares es el total de inversiones para infraestructura vial que se requerirán durante el periodo 2018-2027.





# VIALIDAD URBANA

# Resumen ejecutivo

214

En este capítulo se realizó un ejercicio exhaustivo para determinar las brechas de infraestructura vial urbana en las capitales regionales de Chile.

Para esto se clasificaron las necesidades de inversión en los grupos siguientes:

- Proyectos viales nuevos.

- Renovación y mantenimiento de la infraestructura existente.
- Proyectos fuera de la cartera, es decir, soluciones aún no especificadas para situaciones de congestión que hacen necesario su desarrollo e implementación.

Se calculó el costo de inversión por tramo temporal, llegando a las cifras de la tabla siguiente:

## Resumen de inversiones requeridas, por tipo y año.

> TABLA 5.1

ÍTEM	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)	
	2018-2022	2018-2027
Proyectos viales por ciudad	7.845	19.286
Renovación de infraestructura vial existente	13.369	23.355
Infraestructura faltante	18.134	18.135
<b>TOTAL</b>	<b>39.348</b>	<b>60.776</b>

La definición de necesidades consideró un análisis del comportamiento de la demanda, identificando para cada capital regional las vías sometidas a alta carga, cuya infraestructura actual requiere cambios de capacidad.

Se revisó la cartera de proyectos del Ministerio de Transportes y Telecomunicacio-

nes, y se complementó el listado con iniciativas previstas en otras fuentes públicas.

Finalmente, se revisó el grado de avance observado de los proyectos incluidos en el ICD 2016, concluyendo que el avance para el tramo temporal 2016-2017 es inferior al 10% del total previsto, como se muestra en la tabla siguiente.

Fuente: Elaboración propia e ICD 2016-2025.

Fuente: Elaboración propia.

## Grado de avance desde ICD 2016 y proyecciones actualizadas

> TABLA 5.2

MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)				
INVERSIONES IDENTIFICADAS EN ICD ANTERIOR		ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN EJECUTADA ENTRE 2016 Y 2017	NUEVOS REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN ESTIMACIÓN ICD ACTUAL	
PERÍODO 2016-2020	PERÍODO 2016-2025		PERÍODO 2018-2022	PERÍODO 2018-2027
34.486	54.020	2.283	39.348	60.776

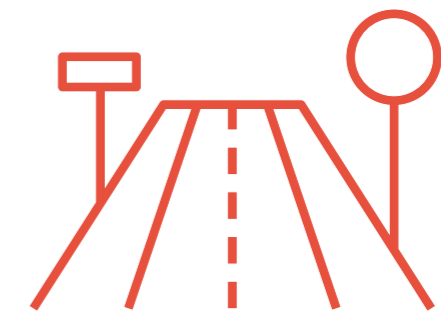
215

La necesidad de nueva capacidad requiere activar inversiones a mayor velocidad que la observada, de lo contrario la capacidad se incre-

mentará a tasas inferiores al crecimiento proyectado de la demanda, con el consiguiente impacto negativo sobre la calidad de servicio.

El grado de avance de los proyectos analizados en el ICD anterior es menor al

**10%**



# Reseña del sector

## La importancia de la movilidad urbana

Entre los temas prioritarios en el ámbito de planificación de infraestructura, se encuentra el ordenamiento urbano. La importancia creciente de las ciudades y en particular del espacio público compartido, han transformado este ámbito en protagonista de la calidad de vida en los próximos 30 años.

Tal como se presentó en el ICD 2016-2025, la “urbanización”, entendida como la creciente concentración de población en las ciudades, es una tendencia de alta probabilidad y también de alto impacto. Su consecuencia positiva es que, como nunca, las ciudades se transforman en motores de actividad, que articulan viajes y dinamizan la actividad económica. La contraparte negativa es que el espacio urbano se transforma en un recurso escaso y las viviendas tienden a reducir su tamaño. Este efecto tiene a su vez una consecuencia virtuosa: ante la escasez de espacio privado, las calles y plazas, y en general el espacio público, cobran importancia como lugares de esparcimiento y encuentro, como instancias de convivencia social y como base en la cual todos podemos ser iguales en cuanto a la calidad del ambiente que nos rodea. En efecto, las diferencias individuales originadas en condiciones socioeconómicas, por ejemplo, pueden (y deberían) mitigarse cuando se trata del espacio público.

Lograr estándares similares, en que la ciudad se expresa a sus habitantes en igual

forma en todos los sectores, es la base de una convivencia armónica y produce niveles de bienestar dignos de protegerse.

En la misma forma, los servicios de transporte público son espacios de convivencia que deberían recibir prioridad en la planificación en cuanto a su calidad y disponibilidad. Como producto del desarrollo económico y los procesos de modernización, la población en Chile ha experimentado mejoras de estándar en diversos ámbitos de la vida diaria durante los últimos 20 años: desde la decoración de los centros comerciales, hasta las oficinas públicas, cines, instalaciones en carreteras y servicios de diferente tipo. Sin embargo, en algunos aspectos, como el transporte público y en buena medida los espacios urbanos compartidos, el mejor nivel se distribuye en forma desbalanceada en las ciudades chilenas, generando experiencias de uso negativas para aquellos que han quedado rezagados en el acceso a parques, servicios amigables o ambientes estéticamente armónicos.

Como eje de este mejoramiento, la movilidad urbana es un aspecto central de la planificación de transporte. Cada vez con más fuerza amplía su cobertura desde los servicios convencionales de transporte público a modos no motorizados y, especialmente, a sistemas integrados que ofrecen múltiples posibilidades de desplazamiento y ruta a los usuarios.

## El posicionamiento de las ciudades

Diversos rankings que ordenan a las ciudades del mundo según la calidad de vida que ofrecen, incluyen en general las siguientes variables<sup>1</sup>:

- Entorno político, solidez institucional.
- Entorno económico, servicios financieros, tipo de cambio.
- Ambiente sociocultural, libertad de las personas y los medios.
- Servicios médicos, riesgos de contagios, tratamiento de residuos, calidad del aire.
- Instalaciones educacionales y calidad de la educación.
- Servicios públicos, agua, electricidad, transporte, control de congestión.
- Instalaciones para recreación.
- Bienes de consumo, disponibilidad y acceso a bienes.
- Vivienda, disponibilidad, equipamiento, capacidad de mantención.
- Ambiente natural, clima y riesgos de desastres naturales.

Considerando esta clasificación, se observa una brecha significativa entre el hemisferio norte y el hemisferio sur.

En particular, en Europa y América del Norte, más de una ciudad por país está entre las top 25. En cambio, en América Latina se trata en general de capitales nacionales y todas es-

tán bajo el lugar 70. Santiago, la única ciudad chilena en el ranking, ocupa el puesto 95. Considerando que este índice incluye a 231 ciudades, dicha posición no refleja una condición de fácil acceso a los lugares más destacados de la lista, al menos durante la próxima década.

Otros índices similares<sup>2</sup> vuelven a mostrar la distancia entre el mundo desarrollado y América Latina en todos los aspectos analizados. En el índice relativo a la facilidad de inversiones (Global Power Index), no aparece ninguna ciudad chilena.

Una síntesis de fuentes dedicadas a medir el posicionamiento<sup>3</sup>, muestra que en general es el mismo grupo de urbes el que responde a los requerimientos más exigentes en términos de competitividad, servicios y en particular, ambiente para negocios.

Más allá de los índices, las publicaciones recientes sobre ciudades tienden a definir una identidad y un rol. En todos los casos, aspectos como la calidad de la infraestructura se consideran básicos (condición “higiénica”) para ser un centro competitivo dentro de la especialidad que se establezca. Se trata entonces de identificar las necesidades no solo en cuanto a la infraestructura para la movilidad, sino a un conjunto de objetivos cuyo cumplimiento contribuye a reforzar una identidad y un propósito.

En la medida que esa claridad exista, será más fácil establecer las prioridades de acción.

1. <http://uk.businessinsider.com/mercer-2017-quality-of-living-worldwide-city-rankings-2017>
2. <http://mori-m-foundation.or.jp/english/ius2/gpci2/index.shtml>
3. <http://www.jll.com/Research/jll-business-of-cities-report-april-2016.pdf>

En cuanto a movilidad y transporte, el posicionamiento de Santiago (la única ciudad chilena que compite en estos rankings), es bajo. Consistentemente, surge el entorno de la economía en el mejor lugar, pero en el caso del índice IESE<sup>4</sup>, es claro que la gobernanza y la gestión pública tienen impacto negativo en el resultado general. En este mismo índice, la movi-

lidad y el transporte se refieren tanto a la infraestructura como a la accesibilidad real a los modos, en particular, de transporte público.

La tabla siguiente muestra la forma en que ha evolucionado la posición relativa de Santiago en este ranking mundial, que ordena a 181 ciudades en términos de las variables descritas. **VER TABLA 5.3**

#### Ranking de ciudades de América Latina IESE, 2017

> TABLA 5.3

CIUDAD	POSICIÓN REGIONAL	POSICIÓN GLOBAL 2014	POSICIÓN GLOBAL 2015	POSICIÓN GLOBAL 2016
Santiago-Chile	1	84	82	80
Buenos Aires-Argentina	2	85	85	85
Medellín-Colombia	3	99	101	99
Ciudad de México-México	4	120	98	100
Monterrey-México	5	108	103	102

Una revisión detallada del perfil asociado a las primeras 5 ciudades del ranking, permite detectar los aspectos que son comunes a ellas

y podrían explicar su clasificación. La tabla siguiente muestra la posición relativa de Santiago y del grupo que encabeza esta medición.

4. <http://citiesinmotion.iese.edu/indicecim>

Fuente: IESE 2017.

Fuente: IESE 2017.

#### Santiago vs. las 5 ciudades mejor posicionadas en ranking IESE 2017

> TABLA 5.4

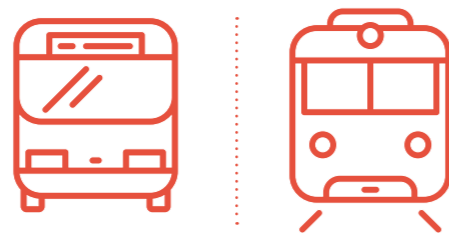
CATEGORÍA	POSICIÓN EN EL RANKING 2017					
	SANTIAGO	NUEVA YORK	LONDRES	PARÍS	SAN FRANCISCO	BOSTON
Gobernanza	89	4	16	31	15	4
Planificación urbana	33	68	66	30	48	65
Gestión pública	120	4	33	44	12	7
Tecnología	107	3	6	24	16	21
Medio ambiente	91	93	20	64	92	88
Cohesión social	80	161	129	91	75	30
Proyección internacional	73	4	2	1	45	80
Movilidad y transporte	106	4	3	6	27	15
Capital humano	90	4	1	6	9	2
Economía	37	1	3	11	2	8
<b>POSICIÓN RANKING 2017</b>	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

De la tabla se deduce que las ciudades que lideran la lista:

- No son necesariamente líderes en todos los ámbitos medidos, más aun, en algunos se sitúan en lugares de clara desventaja, como Londres en cohesión social. Teniendo en cuenta que un objetivo de equidad debe estar ligado a buena calidad de vida urbana, surgen otras dimensiones que favorecen directamente a las personas y mitigan el efecto negativo indicado, como por ejemplo una economía sana, una gestión pública eficiente o gobiernos innovadores y transparentes.
- Las ventajas están dadas por aspectos de proyección de las ciudades, más que por la forma en que tengan resueltos aspectos específicos. Los componentes asociados a esta variable incluyen: el valor de las conexiones internacionales, sus redes con otras ciudades, el intercambio de turistas y la realización de eventos de negocios.
- La buena movilidad es un aspecto común a todas las ciudades líderes del ranking, destacando en especial la disponibilidad de modos, la cobertura del transporte público y los tiempos de viaje para desplazamientos de trabajo.

Según esta comparación, Santiago requiere avanzar principalmente en gestión pública (medida como la eficiencia en el uso de los recursos, tasas de impuestos y solidez de la economía), tecnología (referida a una combinación entre la capacidad de innovación y la disponibilidad de dispositivos y redes de conexión digital) y movilidad y transporte (que incluye cobertura y diversidad de la oferta, densidad de servicios de metro y tiempos asociados a viajes estándar).

En resumen, las ciudades modernas lideran a través del fortalecimiento de su rol internacional, asegurando a los ciudadanos el ejercicio de sus derechos, entregando servicios públicos con eficiencia y asegurando abundantes alternativas de movilidad, priorizando soluciones eficientes.



**Lograr estándares similares, en que la ciudad se expresa a sus habitantes en igual forma en todos los sectores, es la base de una convivencia armónica y produce niveles de bienestar dignos de protegerse.**



# Situación actual y diagnóstico

## Progreso brecha 2016-2025

Junto con el cálculo de la brecha para el horizonte temporal 2018-2027, se revisó el grado de avance de los compromisos de inversión en vialidad urbana identificados en el ICD 2016-2025. Dado que la metodología de trabajo de esa versión no es directamente

comparable con los criterios de estimación del presente informe, se utilizó una aproximación que permitió establecer equivalencias, y a partir de ellas se determinaron las cifras de la tabla a continuación.

### Grado de avance desde ICD 2016 y proyecciones actualizadas (MMUS\$)

› TABLA 5.5

INVERSIONES IDENTIFICADAS EN ICD ANTERIOR		ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN EJECUTADA ENTRE 2016 Y 2017	NUEVOS REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN ESTIMACIÓN ICD ACTUAL	
PERÍODO 2016-2020	PERÍODO 2016-2025		PERÍODO 2018-2022	PERÍODO 2018-2027
34.486	54.020	2.283	39.348	60.776

Como se puede observar, el monto estimado para ejecución entre 2016 y 2020 era 34.000 millones de dólares y los registros de consumo presupuestario revelan uso de recursos por menos de un 10% de ese total. La consecuencia de lo anterior es que, a los montos establecidos como requerimiento para cerrar la brecha proyectada, se agrega el remanente de inversión aún no ejecutada. Igual que en otros sectores, se observa un desfase entre los escenarios proyectados en ICD 2016 y los

previstos en esta oportunidad, específicamente en lo referido a los plazos para contar con la nueva infraestructura. En efecto, la baja ejecución observada se traduce en períodos con baja calidad de servicio en el sistema de transporte, puesto que mientras la nueva oferta avanza a un ritmo inferior al previsto, y, por otro lado, la demanda continúa creciendo a tasas que podrían hacer insostenibles nuevas postergaciones dentro del corto o mediano plazo.

Fuente: Elaboración propia e ICD 2016-2025.

## La situación local: capitales regionales

En una ciudad con buena movilidad urbana, las personas utilizan un tiempo controlado en desplazarse y pueden elegir entre una amplia variedad de modos de viaje. Los vehículos que transportan mercaderías y servicios, tienen escasa incertidumbre en sus viajes y cuentan con vías apropiadas y una logística de entrega coordinada con el resto de las actividades de la ciudad.

De esta manera, los viajes fluyen entre modos que se complementan, los desplazamientos son congruentes con una noción de armonía y equilibrio urbano, y los espacios quedan disponibles para el bienestar de los ciudadanos.

Los objetivos de ciudades integradas y agradables para la vida, compartidos transversalmente, requieren método para transformarse en proyectos y luego en realidad.

Tal vez ahora más que nunca estemos cerca de plasmar visiones de la ciudad en modelos virtuales, con los que las personas puedan interactuar, opinando y aportando directamente a la evolución de sus espacios vitales.

En el intertanto, debemos ocuparnos en esta tarea usando los métodos tradicionales. Una de las últimas iniciativas desplegadas para avanzar en este tema, consistió en la elaboración del informe "Pro Movilidad Urbana, Problemas de la movilidad urbana: Estrategias y medidas para su mitigación"<sup>5</sup> encargado por el Gobierno y ejecutado por

una comisión de 25 expertos en transporte, urbanistas, académicos, alcaldes y dirigentes vecinales entre otros.

El informe es "una propuesta de estrategia y medidas pensadas para ayudar a las autoridades de Gobierno en la tarea de enfrentar de manera coherente y ordenada los problemas de la movilidad en las ciudades de Chile" y resume temas en que hay evidente consenso, como el incentivo al transporte público y el desincentivo al uso del vehículo particular, y entrega un aporte importante en ilustrar las trabas institucionales que aún subsisten en la actualidad.

En las siguientes páginas se realiza un breve repaso de la situación actual con respecto a movilidad urbana de cada una de las 15 capitales regionales del país. Posteriormente, en la siguiente sección, se detallan los proyectos de infraestructura urbana que están considerados para ellas, así como su presupuesto asignado y período en que se estima se realizará esta inversión. También, se incluye un mapa con la ubicación de proyectos y las principales zonas que presentan congestión.

Las inversiones de los tramos urbanos que forman parte de una concesión interurbana más extensa, no han sido incorporadas en esta sección del documento ya que están consideradas como parte de las inversiones de vialidad interurbana. En general, esto corresponde principalmente a las obras requeridas

5. Comisión Asesora Presidencial para la Movilidad Urbana.

al acercarse a Santiago de la Ruta 5 Norte y Ruta 5 Sur, Ruta 57, Ruta 78, Ruta 68 y Acceso Sur, entre otras.

A continuación, se describe brevemente la situación de cada capital regional, con sus correspondientes datos sobre movilidad, para presentar en el capítulo siguiente el detalle de las inversiones para cada caso.

El tratado de límites de 1904 con Bolivia determinó para **Arica** el rol de ser el puerto comercial de Bolivia. Esta obligación, junto con el desarrollo turístico, la agricultura local y el intercambio regional, han definido la manera en que la ciudad se ha desarrollado. El constante flujo de camiones provenientes de la frontera y que concurren al puerto, ha sido manejado a través de vías perimetrales y zonas de antepuerto que regulan la demanda por las calles de la ciudad.

En tanto **Iquique** enfrenta el desafío de ser una de las ciudades del país con más vehículos motorizados por habitante después de Santiago. Las exenciones tributarias de las que gozan los habitantes de la ciudad permiten que el acceso al auto propio sea más fácil. La pujanza económica de Iquique en los años 90, liderada principalmente por la Zona Franca (Zofri), y la escasez de espacio urbano en la plataforma litoral produjeron que la ciudad se expandiera más allá de sus límites, en una explanada ubicada 800 metros más arriba, dando lugar a la comuna de Alto Hospicio que, en la actualidad, rivaliza en población con Iquique y que tiene como única vía de conexión al puerto a la Ruta A-16. En ella se concentra gran congestión en horarios punta

y muestra una gran fragilidad para el caso de evacuaciones por desastres.

Más al sur, la ciudad de **Antofagasta**, en su rol de apoyo a la industria minera del cobre, ha tenido un desarrollo explosivo en los últimos años, que, si bien se ha reducido en los últimos dos años, generó un crecimiento urbano acelerado, sin que se acompañara necesariamente de las obras de apoyo necesarias, como ampliación de la capacidad vial.

La ciudad se ha expandido por sobre la angosta planicie litoral confinada por los farellones costeros hacia el norte y hacia el sur y hasta el límite posible de los cerros dando como resultado una ciudad larga y estrecha. Por esto los principales proyectos de infraestructura urbana apuntan a conectar la ciudad de norte a sur con vías preferenciales para el transporte público y de carga y también a mejorar el acceso al puerto desnivelando las vías cercanas e intentando evitar que los camiones de carga enfrenten vías en pendiente dentro del entorno urbano.

En 1991 la ciudad fue desolada por una serie de aluviones que bajaron de las quebradas transversales tras una intensa lluvia, la ciudad quedó fragmentada y gran parte de la infraestructura vial destruida. Como medida mitigatoria se instalaron obras hidráulicas de disipación aguas arriba de las quebradas, las que probaron su eficacia en lluvias similares en el año 2015.

Otra capital regional del norte aislada por el desierto de Atacama es **Copiapó**, que ha venido creciendo lenta pero sostenidamente apoyándose en la industria del hierro y el

**La baja ejecución observada se traduce en períodos con baja calidad de servicio en el sistema de transporte, puesto que mientras la nueva oferta avanza a un ritmo inferior al previsto, y, por otro lado, la demanda continúa creciendo a tasas que podrían hacer insostenibles nuevas postergaciones dentro del corto o mediano plazo.**

cultivo de uva de mesa y aceitunas en el valle de Copiapó. Los principales proyectos apuntan a mejorar la conectividad con la zona de Paipote y a conectar el centro con las nuevas zonas residenciales del nororiente.

La conurbación de **La Serena y Coquimbo** es una de las pocas que no cuenta con un bypass de la Ruta 5 Norte, que atraviesa ambas ciudades obligando a camiones y vehículos pasantes a ingresar a la ciudad y generando externalidades costosas para el tránsito local y para el propio pasante.

Un tramo de 17 kilómetros quedó situado entre dos concesiones de la ruta 5 en un espacio de indefinición. Recientemente se ha confirmado que el tramo se integrará a la concesión Los Vilos-La Serena y contempla obras que intentarán aislar a la autopista de la ciudad, a pesar de esto, no es claro si es más eficiente trasladar el tráfico viajero a un bypass y reclamar la vía estructurante para la ciudad o continuar aislándola con desniveles, cruces peatonales y enlaces que nunca llegarán a borrar completamente la segregación que la vía causa.

Esta es una decisión que merece un estudio más detallado por la condición de ciudades turísticas de Coquimbo y La Serena, y porque una vez comprometido el tramo para la concesión no se podrá revisar hasta, por lo menos, 30 años más como sucede en Talca.

Las ciudades de **Valparaíso y Viña del Mar**, por su atractivo turístico y su cercanía a Santiago, cuentan con una importante población flotante que se integra en el verano y durante los fines de semana.

Esta condición hace que la capacidad de vías que sirven perfectamente a la demanda fija, se vea sobrepasada y colapse en temporada alta, dificultando las decisiones de inversión y retrasando su implementación.

Los trazados de las principales calles de Valparaíso provienen de una época previa al automóvil bajo las condiciones de complejidad asociada a la construcción en cerro. A medida que avanzó el siglo XX, las vías se fueron adecuando y modificando para acomodar vehículos motorizados. Es por esto que es fácil encontrar en estas vías varias peculiaridades y excepciones a la norma que dificultan conducir por ellas.

El desafío de modernización de Valparaíso consiste en convertirse en una ciudad amable para recorrer, facilitando el acceso al enorme patrimonio que causa tanto interés al turista. Es un desafío que implica creatividad pero, además, soluciones de ingeniería que permitan conectar vías entre los cerros y las quebradas y mitigar las fuertes pendientes que presentan algunas de sus vías principales.

Esto permitirá, además dar acceso expedito a las zonas altas de la ciudad que, por los fuertes vientos de la costa, las temperaturas del verano y la precariedad de las construcciones está expuesta a incendios catastróficos como ha ocurrido en los últimos años.

La ciudad de **Santiago** es, sin lugar a dudas, la que presenta mayores complejidades en términos de movilidad urbana, es la más extensa y la más densamente poblada de las ciudades de Chile. Cuenta con 26 comunas dentro del radio urbano y cerca de 7 millones

# 2,7

millones de autos se estima que habrá en Santiago en 2025, lo que implica duplicar la actual cifra.

de habitantes y alberga a los organismos administrativos y financieros del país.

También Santiago es la ciudad que tiene los instrumentos más sólidos de planificación para enfrentar el futuro. El documento "Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025" es un detallado trabajo realizado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en el año 2013. En él se presenta un diagnóstico que habla sobre el frenético crecimiento del parque vehicular que al menos se duplicará para el año 2025 llegando a 2,7 millones de vehículos.

El Plan Maestro detalla y organiza estratégicamente más de 100 proyectos a completarse en el año 2025 con una inversión aproximada de \$22.750 millones de dólares.

En un modelo de transporte se agregó incrementalmente cada proyecto, identificando las zonas que requieren mayor atención en un esquema iterativo. Proyectos de transporte público, vialidad, ciclovías y gestión de tránsito entre otros fueron evaluados socialmente y programados en etapas de inversión.

De llevarse a cabo metódicamente el plan dará a Santiago la movilidad que requiere para hacerla competitiva y así atraer a los talentos que generaran el desarrollo económico del país en el futuro.

Gracias al Metrotren y a la mejora en las vías de acceso a Santiago, cada vez más personas de Rancagua trabajan o estudian en Santiago. Este factor más la proximidad de la mina de cobre El Teniente de Codelco y el auge de la agricultura han impulsado a Rancagua en un sostenido crecimiento que ha expandido la ciudad especialmente hacia el sector de Machalí.

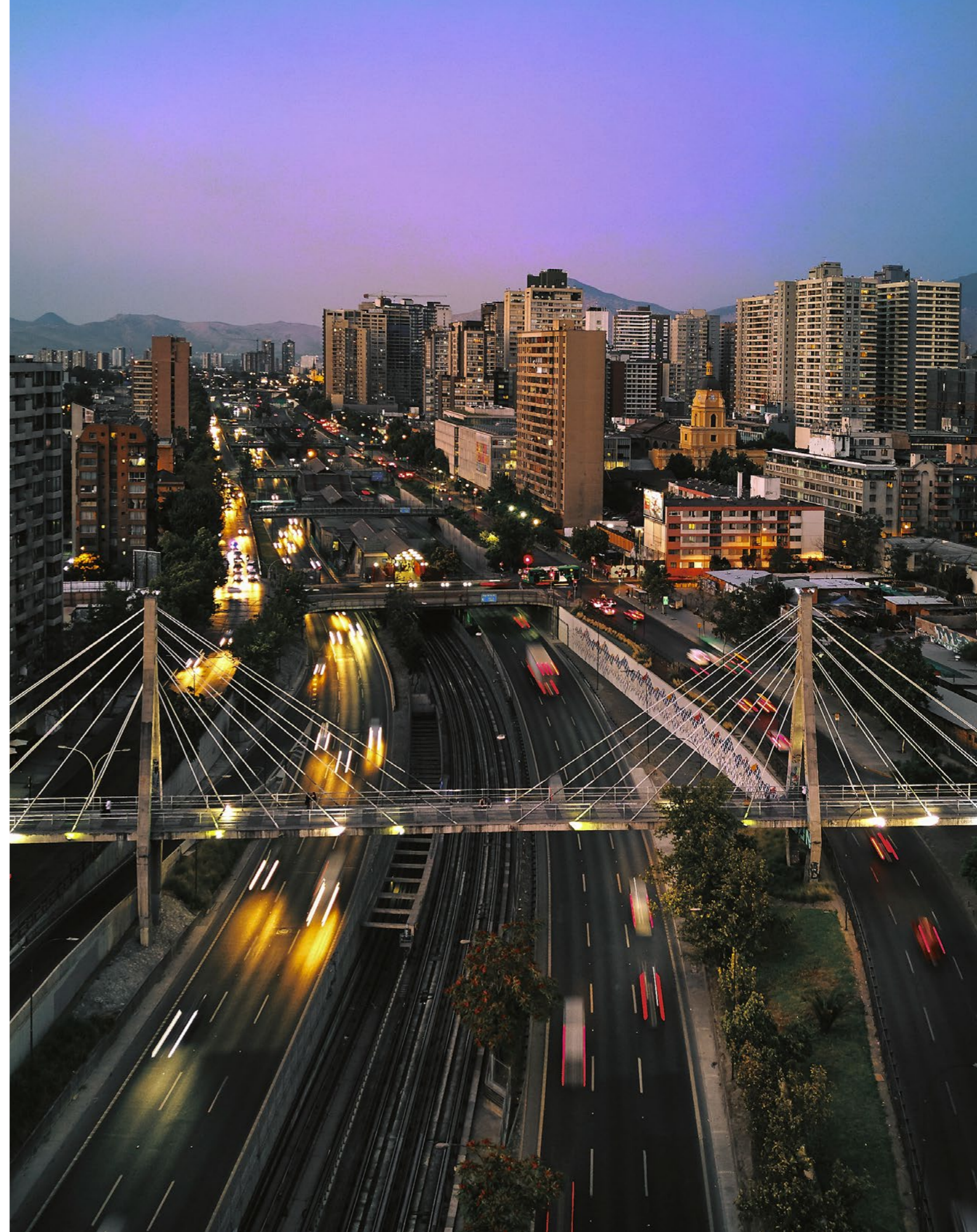
El Plan Regulador Intercomunal de Rancagua promueve la consolidación de los intersticios al interior del área urbana por sobre la expansión perimetral, se estima que aún existen 1.500 hectáreas de terrenos para densificar.

A pesar de esto, la profusión de proyectos inmobiliarios en Machalí ha causado problemas de congestión en las vías de conexión con el centro de Rancagua, la carretera del cobre y la avenida Miguel Ramírez. Ante esto han surgido proyectos como "Nuevo Centro" que apuntan a crear un CBD (sector comercial autónomo) en Machalí y de esta forma disminuir la dependencia con Rancagua junto con los viajes entre centros. Este es un interesante ejemplo de manejo de movilidad urbana a través de la planificación del uso de suelos.

Históricamente la ciudad de **Talca** ha sido el centro vinculado al desarrollo agropecuario de la Región del Maule. La ciudad está desarrollada por sobre tres franjas características norte-sur, el río Claro, la Ruta 5 y la línea del ferrocarril.

La vialidad de la zona centro de Talca tiene un correcto ordenamiento y capacidad dado el tamaño de la ciudad, existen suficientes alternativas para desplazarse en cualquier dirección. Por lo mismo, la capacidad en exceso de las calles se utiliza como estacionamiento. A medida que el centro se densifique, esta capacidad va a ser requerida para servicio.

Más allá de la zona central las vías tienen trazados más orgánicos. Hacia el sur poniente de la ciudad, en los sectores de Cooperativa y Florida y hacia el norte en Lircay y Estadio Fiscal se han desarrollado conjuntos habita-



cionales con zonas de equipamiento comercial y de servicios.

Existe una estrecha vinculación entre Talca y las localidades urbanas próximas las que absorben gran parte de su expansión de población. Maule por el sur y Penco por el poniente generan numerosos viajes diarios con propósito trabajo, estudio y servicios urbanos.

El asentamiento humano del gran **Concepción** se caracteriza por centros urbanos relativamente pequeños rodeados de grandes conurbaciones que se conectan a los centros y entre ellos, por vías interurbanas de estándares bajos. El eje Concepción-Talcahuano es el que concentra la mayor parte de la población y el que genera más viajes con un componente importante de transporte de carga dada la presencia del puerto y las actividades productivas de la zona.

El centro de Concepción consiste en un trazado regular de manzanas cuadradas de 14x14 cuadras y contiene la mayor parte de los organismos gubernamentales, así como la actividad comercial, financiera y académica de la ciudad. El sector es muy amable con el peatón quien puede desplazarse por múltiples galerías interiores y paseos.

En términos de conectividad urbana, la presencia de la desembocadura del río Bío Bío ha sido una costosa desventaja para la ciudad que históricamente no ha logrado resolverse adecuadamente y representa un punto débil tanto frente al crecimiento de la movilidad como al aislamiento por desastres naturales.

El crecimiento económico del gran Concepción en la última década es evidente, especialmente en el sector de El Trébol donde

se han materializado una serie de proyectos inmobiliarios enfocados en negocios. Un mall, supermercados, varios hoteles y hasta un casino han modificado sustancialmente el paisaje de la zona. La tendencia de desarrollo urbano de los últimos años es hacia la densificación del casco urbano lo que presionará la demanda por una vialidad que tiene muy poca capacidad de expansión.

Los principales puntos de congestión tanto en el período punta mañana como en punta tarde se dan en las intersecciones de acceso al centro de Concepción desde Penco y Talcahuano, la autopista Concepción-Talcahuano, el eje Los Carrera-Puente Llacolén, la avenida Pedro Aguirre Cerda en San Pedro de La Paz y en una veintena de otros puntos, principalmente intersecciones.

Los enlaces viales de General Bonilla con camino a Penco y Paicavi con Los Carrera tienen menor capacidad que la demanda y requieren ser rediseñados, a su vez algunas rampas del enlace El Trébol, están próximos a alcanzar su capacidad máxima en horarios punta.

En **Temuco**, la comuna de Padre Las Casas se ha desarrollado hasta convertirse en una de las conurbaciones más grandes del país con cerca de 350.000 habitantes. El vínculo con Temuco, por sobre el río Cautín, es uno de los mayores problemas de conectividad de la zona.

Como solución se ha proyectado la construcción de un puente atirantado de 240 metros de largo de dos pistas por sentido, veredas y ciclovías. El puente no se apoya en el lecho del río lo que lo hace menos propenso a cortes por inundación. Lamentablemente el proyecto ha sufrido problemas contractua-

les y la obra se ha detenido indefinidamente cuando ya tenía un importante avance.

En la ciudad de **Valdivia** se construyó en 1945 el primer puente Calle-Calle con un galíbo de 33 metros, que se amplió con un segundo puente paralelo en 1997. En la actualidad ambos puentes están sobrepasados en demanda y se hace imperativa la construcción de otros puentes que destraben el desarrollo de la ciudad. La conexión entre Valdivia y lugares en la orilla opuesta del río es la urgencia principal en este caso, además de fortalecer los servicios de transporte público tanto en buses como en colectivos.

**Puerto Montt** es una de las ciudades del país con mayor crecimiento del parque automotriz, este factor junto con la expansión urbana, especialmente hacia el sector de Alerce, y un déficit en infraestructura, han causado que el problema de la congestión vehicular se haya agravado en diversos sectores.

En Panamericana Norte con Parque Industrial, Diego Portales con Lota, Regimiento con Maratón y en San Martín con Ruta 7 son frecuentes los atascos tanto en punta mañana como en punta tarde.

La reciente inauguración del viaducto Pichi Pelluco que es parte del enlace entre Ruta 5 y Ruta 7 ha ayudado en parte a descongestionar el sector oriente de la ciudad, especialmente en el cruce de Presidente Ibáñez con Volcán Puntagudo.

La capital regional más pequeña del país es **Coyhaique** con 60.000 habitantes y 674 hectáreas de superficie, su historia está relacionada con la colonización de la Patagonia chilena y la integración del país.

Coyhaique es el soporte sobre el cual se desarrolló y se seguirá desarrollando en el futuro, la construcción de la carretera austral. Extendida sobre un territorio geográficamente complejo, esta obra es una tarea en constante avance que se espera, algún día, llegue a integrar a Puerto Williams al resto del territorio nacional.

Finalmente, la ciudad de **Punta Arenas** tiene el índice más alto de vehículos por cada 1.000 habitantes del país y un parque automotriz que crece a ritmo acelerado. Esto debido a las franquicias tributarias del puerto y al ingreso al mercado de vehículos más económicos.

El efecto de este rápido aumento se nota en las calles provocando congestión en horas punta en vías que hasta hace poco tiempo no mostraban problemas de congestión.

La cartera de proyectos de Punta Arenas incluye varios mejoramientos en conectividad y transporte público, ideados bajo un escenario menos cambiante que el actual, por lo que es incierto si se alcanzará una solución antes de enfrentar un escenario más complejo.

A modo de reseña se incluye la tabla siguiente con una caracterización de cada ciudad y su sistema de transporte, incluyendo también información demográfica como referencia.

**Punta Arenas tiene el índice más alto de vehículos por cada 1.000 habitantes del país.**



	ARICA	IQUIQUE	ANTOFAGASTA	COPIAPÓ	LA SERENA-COQUIMBO	VALPARAÍSO-VIÑA DEL MAR	SANTIAGO	RANCAGUA	TALCA	CONCEPCIÓN	TEMUCO	VALDIVIA	PUERTO MONTT	COYHAIQUE	PUNTA ARENAS	
<b>INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA</b>																
Población total (habitantes)	235.677	310.265	378.244	172.231	448.381	974.215	6.414.662	285.054	233.339	1.040.348	374.763	167.861	243.825	60.482	128.326	
Población urbana (habitantes)	219.648	306.246	374.828	169.368	415.586	962.024	6.408.997	273.611	222.767	1.013.774	323.919	155.823	213.700		124.404	
Ingreso promedio hogares (\$/hogar)	664.408	762.074	925.979	754.470	699.238	729.513	1.034.863	813.684	557.705	599.681	637.999	574.875	648.231	836.854	790.393	
Superficie urbana (ha)	2.186	3.399	4.526	1.664	10.853	13.102	83.000	2.944	2.830	13.687	4.356	3.004	2.343	674	2.437	
<b>VIALIDAD</b>																
Longitud total red (km)	326	629	805	363	1.360	2.733	16.250	683	774	3.181	957	466	350	217	463	
Densidad: (km de red/km²)	15	19	18	22	13	21	20	23	27	23	22	16	15	32	19	
<b>VIALIDAD TRANSPORTE PÚBLICO</b>																
Vías exclusivas (km)					1		31				1					
Vías segregadas (km)			1													
Pistas solo bus (km)		8					200		3	3						
Corredores de buses (km)										20						
<b>RED DE METRO</b>																
Longitud total red metro (km)						43	69									
Total, estaciones						20	108			17						
Total, estaciones de transbordo (bus)						4	6			2						
Total, estaciones de transbordo (bicicleta)						20	9			9						
Demanda anual						19.308.000	661.200.000			1.465.873						
Demanda diaria promedio (día laboral)						78.000	2.242.000			5.863						
Coches-km							137.800.000									
Km de red cada 100 mil habitantes						4	2			5						
<b>PARQUE VEHICULAR</b>																
Total, vehículos motorizados	64.291	107.573	93.371	43.313	121.185	217.683	1.610.988	88.291	55.693	239.045	84.843	62.610	59.446	20.252	50.219	
Transporte privado	56.658	95.727	79.984	36.903	107.024	195.685	1.427.498	77.858	48.577	212.992	74.669	54.493	51.089	17.951	44.509	
Taxi colectivo	1.975	277	2.226	1.474	3.248	5.253	10.478	2.103	1.295	1.953	1.419	854	1.649	340	1.197	
Motocicletas	1.174	1.885	2.193	1.306	4.058	6.467	76.523	3.305	3.116	8.106	2.702	1.846	1.187	258	542	
Vehículos cada 1000 habitantes	240	309	211	214	239	201	223	273	208	205	199	325	210	297	347	

Continúa

	ARICA	IQUIQUE	ANTOFAGASTA	COPIAPÓ	LA SERENA-COQUIMBO	VALPARAÍSO-VIÑA DEL MAR	SANTIAGO	RANCAGUA	TALCA	CONCEPCIÓN	TEMUCO	VALDIVIA	PUERTO MONTT	COYHAIQUE	PUNTA ARENAS
<b>GESTIÓN DE TRÁNSITO</b>															
Cruces semaforizados	48	144		80		612	2.900	147	75			79			
Cruces semaforizados en SCAT															
Cruces semaforizados aislados															
<b>VIAJES</b>															
Total, viajes diarios en transporte público	144.203	221.995	303.970	129.863	287.052	905.974	5.573.027	210.071	202.654	699.257	262.964	125.325	142.166		69.922
Total, viajes diarios en transporte privado	236.034	266.732	333.022	178.624	307.506	774.774	5.360.155	263.583	124.408	225.341	301.565	172.923	221.544		80.394
Total, viajes diarios en modos no motorizados	239.107	256.317	255.798	140.915	259.035	621.961	7.367.639	250.045	272.759	656.016	269.269	117.486	139.624		69.546
<b>NIVEL DE ACTIVIDAD</b>															
Bus km anual (x1000)	25.711	34.090	146.943	15.800	34.654	175.421	618.404	36.537	19.856	308.969	81.493	11.407	31.158		3.080
Auto km anual (x1000) gasolina	295.347	437.674	1.265.033	428.321	1.496.193	3.552.390	22.658.015	670.635	712.703	3.381.629	710.526	201.519	381.460		163.914
Auto km anual (x1000) diésel	145.782	166.274	356.769	90.400	196.067	351.544	2.016.496	133.757	136.906	297.192	147.835	33.396	97.285		21.282
Taxi colectivo km anual (x1000)	43.403	272.867	122.141	99.285	147.100	303.656	1.206.264	219.840	48.027	85.874	151.086	48.504	113.317		49.053
Bus consumo diésel (L)	10.046.921	15.482.049	48.298.196	5.266.858	12.276.577	58.466.779	244.654.834	11.692.694	6.642.004	105.757.025	30.002.473	4.348.458	11.334.942		891.022
Auto consumo gasolina (L)	28.263.313	44.162.005	123.494.735	41.847.423	139.980.107	330.304.576	2.248.693.046	58.082.590	73.580.126	333.285.254	71.250.236	20.234.136	37.246.566		18.901.606
Auto consumo diésel (L)	12.116.656	14.759.794	29.679.311	7.427.833	15.872.337	28.220.351	168.969.010	10.456.117	12.256.728	24.308.885	12.238.097	2.703.516	8.008.354		1.645.577
Taxi colectivo consumo gasolina (L)	2.933.508	53.948.591	13.769.958	11.700.785	12.277.963	33.900.348	115.783.773	19.181.419	2.880.754	8.417.988	12.950.218	4.798.334	12.908.456		3.708.765

232

233

### Capitales regionales con mayor parque automotriz

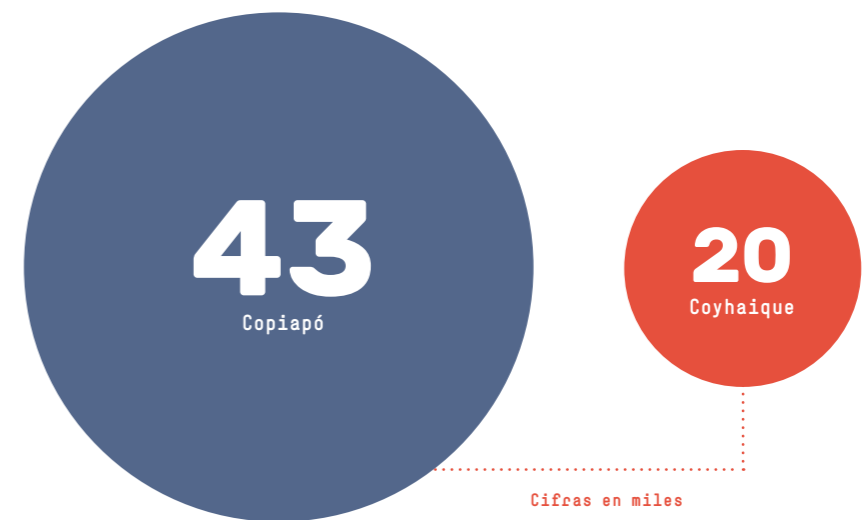
1.600.000

Santiago

239.000

Concepción

### Capitales regionales con menor parque automotriz



## Transporte urbano no motorizado

234

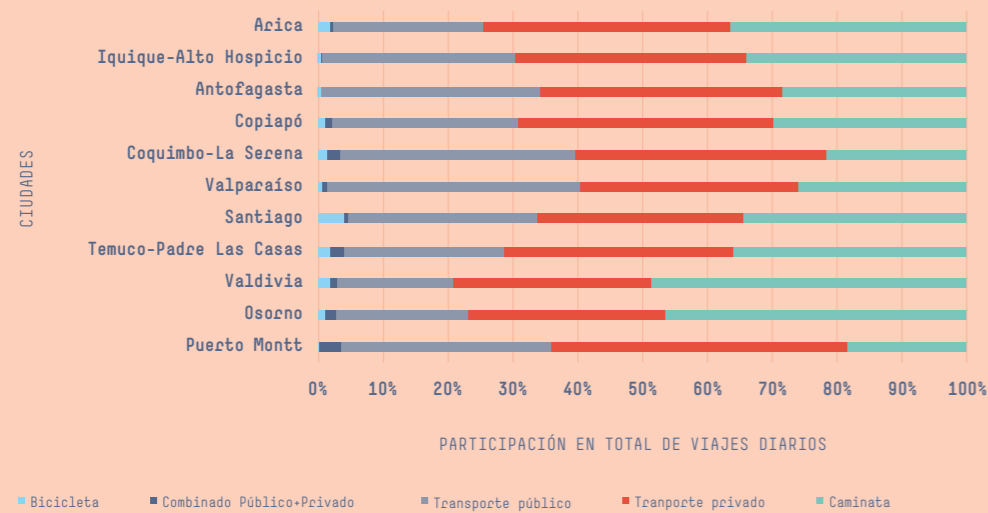
Las condiciones de contexto explican el alto crecimiento potencial de los modos no motorizados en el ámbito urbano. Por una parte, la densificación de las ciudades abre mayores oportunidades de conectar orígenes y destinos a través de caminatas, puesto que una cantidad mayor de población puede localizarse a corta distancia de sus lugares de trabajo o estudio. Por otra, las restricciones ambientales exigen el cumplimiento de me-

tas de emisiones y calidad del aire que solo se pueden alcanzar a través de políticas públicas que priorizan el transporte público masivo y los modos no motorizados.

En Chile, el modo caminata representa una fracción significativa del total de viajes diarios, como puede observarse en la Figura 5.1, que muestra el porcentaje correspondiente a cada modo en una muestra de ciudades.

### Partición modal observada en una muestra de ciudades en Chile (años 2010 y 2014)

> FIGURA 5.1



Fuente: Estudios de movilidad, Sectra, 2010 y 2014.

235

El modo bicicleta, aunque representa una fracción pequeña del total, surge como alternativa en forma creciente, lo que genera la necesidad de contar con infraestructura especializada para lograr que el modo se use en viajes con propósito de estudios, trabajo o trámites, más allá de la recreación o deporte. Según datos de Sectra, el uso de bicicletas crece anualmente en un 20%.

Para esto resulta indispensable proveer condiciones de desplazamiento seguras. Según una publicación reciente del International Transport Forum<sup>6</sup>, la accesibilidad teórica de lugares centrales en modos no motorizados y en particular en bicicleta, se reduce significativamente si existen ciertas condiciones que inhiben su uso:

- La interferencia con el tráfico de automóviles disminuye en poco más de 5% el acceso debido a la inseguridad que perciben los ciclistas.
- En caso de terrenos con pendiente (condición presente por ejemplo en Santiago), se reduce entre 21 y 23% la percepción de accesibilidad de los lugares de destino usando bicicleta.

Así, un índice de accesibilidad teórica de 60% para el modo bicicleta tomando en cuenta la existencia de vías y la distancia, se reduce a poco más de 35% si se consideran percep-

ciones que reflejan la real disposición de las personas a utilizarla.

Por otra parte, la conectividad física también ha mostrado fuerte incidencia en la posibilidad de realizar viajes urbanos en bicicleta. La integración entre tramos habilitados tiene un efecto multiplicador de las rutas, con fuerte impacto en el uso del modo.

Algunas cifras sobre este tipo de resultados se reportan en la guía "¡A todo pedal!" desarrollada por el estudio Gehl, con el apoyo de la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles y la División de Transporte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Los casos muestran la relación entre disponibilidad de infraestructura dedicada y cambio en el uso del modo:

- En la ciudad de Sevilla, España, se creó una estrategia ciclo-inclusiva que consideró la construcción de una ciclovía de 120 km. Esta iniciativa logró que la ciudad pasara de tener menos de 1% de viajes en bicicletas en el año 2000 a un 8% en 2012.
- La ciclovía de Bogotá recibe más de 2 millones de ciclistas cada domingo. Esto luego de la creación de sus 121 km de vías exclusivas. Esta creación abrió una gran oportunidad de transporte para sus ciudadanos, ya que un 83% de dichos viajes son realizados por personas que no poseen vehículo particular.

6. Linking People and Places, International Transport Forum, Octubre 2017.

- En Copenhague, 75% de los ciclistas usan este medio de transporte en invierno. En esta misma ciudad el porcentaje de viajes en bicicleta realizado por personas mayores a 40 años pasó de 25% a 38% en 7 años.
- La capital del líder en este medio de transporte, Ámsterdam, cuenta con más de 26.000 bicicleteros en estaciones de transporte público. Un tercio de los ciclistas llega a las estaciones suburbanas y 70% de los viajes estudiantiles son generados en bicicleta.
- En la capital de México se implementó un sistema de bicicletas públicas, llamada Eco bici. Esta iniciativa causó el aumento del doble ciclistas en tan solo 8 años. Un 64 % de los usuarios comenzó a usar la bicicleta con este sistema, pues anteriormente no tenían otra opción.

El Banco Interamericano de Desarrollo realizó una guía para impulsar el uso de la bicicleta, llamada "Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe". En ella hace una importante recopilación de información respecto a este medio de transporte en varias ciudades de Sur y Centro América. Según el estudio, la proporción de viajes en bicicleta reportados por día se muestra a continuación:

**Porcentaje de uso de bicicletas y kilómetros de ciclovías en América Latina > TABLA 5.7**

CIUDAD	%	KM
Rosario	5,3	100,0
Bogotá	5,0	392,0
Rio de Janeiro	3,2	307,0
Buenos Aires	3,0	130,0
Cochabamba	3,0	23,6
Santiago	3,0	236,0
Pereira	3,0	3,4
Florianópolis	2,8	57,0
Guadalajara	2,5	18,4
Córdoba	2,4	103,5
Mendoza	2,2	11,8
San José	2,0	17,3
México D.F.	2,0	128,2
Montevideo	2,0	35,9
Puebla	1,9	5,0
La Paz	1,2	14,0
Belo Horizonte	1,1	52,8
São Paulo	1,0	270,7
Curitiba	1,0	127,0
Concepción	1,0	28,0
Medellín	0,5	26,9
Monterrey	0,5	0,4
Lima	0,3	141,0

Fuente: Estudio BID.

Las cifras muestran que la ciudad de Rosario lidera la lista, seguida por Bogotá y Río de Janeiro, ambas con la mayor cantidad de kilómetros de vías especializadas para ese modo. Santiago en el rango de 3% de los viajes realizados en bicicleta y la longitud de ciclovías se encuentra entre las más altas. No obstante, en este caso, se trata de tramos no completamente conectados, lo que reduce su utilidad y limita la posibilidad de completar viajes en la ciudad en forma más masiva.

Los indicadores de movilidad de Sectra muestran que en Chile menos del 30% de los viajes diarios se realiza en auto. Del porcentaje restante, un 33,7% elige la caminata y solo poco más de un 3,0% prefiere la bicicleta. Se estima que este último valor crece anualmente en un 20%.

En el caso de Santiago, la Intendencia Metropolitana informó que a fines del año 2016 la ciudad tenía 287,4 kilómetros de ciclo vías, de los cuales 32,6 eran aportados por la comuna de Santiago Centro. Además, basados en la encuesta origen destino de 2012, se estima que el número de ciclistas diarios llega al millón de personas. Si bien, estos datos muestran el claro crecimiento es esta área, más del 50% de las rutas son inconexas, por lo que la suma algebraica no es un parámetro que refleje la calidad ni cobertura de la oferta existente.

En el caso de Santiago, la proporción de viajes diarios en bicicleta se compara con las ciudades mejor equipadas para ello. La tendencia va en crecimiento acelerado, lo que constituye una ocasión apropiada para proveer la infraestructura requerida y así favorecer el uso del modo para viajes habituales.

De cualquier forma, Bogotá es la ciudad que se ha situado como líder en propuestas para el transporte no motorizado, destinan-

do vías completas para ello, aunque todavía en forma parcial, mayormente para uso durante los fines de semana.

La estrategia presentada en el documento "Santiago Humano & Resiliente" plantea la fuerte necesidad de incentivar tanto el ciclismo como la caminata como acciones que fortalecen la resiliencia de la capital, por cuanto aumentan la autonomía del transporte de las personas. Como iniciativa prioritaria, el objetivo es mejorar y hacer más atractiva la movilidad para un sistema más eficiente y sostenible. Para ello se considera un Plan Santiago Pedaleable, que incluye las siguientes acciones concretas:

- Crear y ejecutar un sistema intercomunal de bicicletas públicas.
- Implementar el Plan Maestro de Ciclovías.
- Nueva legislación para considerar a la bicicleta como un medio de transporte.
- Crear red de estacionamientos públicos para bicicletas. Estos en modo larga y corta estadía.
- Desarrollar red de 400 kilómetros de ciclo vías en zonas rurales.
- Generar campañas de convivencia con otros medios de transporte.
- Recuperar espacio para ciclistas y continuar con proyectos Mapocho 42 k, Mapocho Pedaleable y Paseo Metropolitano.

A esto se le suma la implementación de 10 kilómetros de conectores para unir 70 k de ciclovías que atraviesan 7 comunas de la capital. Estaba previsto, además, crear otros 32 k durante el primer semestre de 2017. Cabe recordar que el ciclo de habilitación de ciclovías incluido en el Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025, considera 5 etapas. Las tres primeras, que debieran terminar en



2020, contemplan la creación de 430 kilómetros, mientras que las dos últimas alcanzan 370 kilómetros. Se espera que a fines de 2025 se tenga un total de 856 kilómetros de ciclovías conectadas en la capital del país.

En Chile, Curicó es la ciudad que lidera el uso de la bicicleta en viajes urbanos, con cifras estimadas en torno al 9 o 10% de los viajes totales diarios.

Aunque en América Latina se realizan esfuerzos importantes por lograr mayor uso de los modos no motorizados, la brecha con países desarrollados es aún amplia, como lo muestran las siguientes cifras:

- En Dinamarca, el 16% de todos los viajes y el 25% de los viajes de menos de 3 millas (casi 5 kilómetros) se hacen en bicicleta. El 90% por ciento de la población posee una bicicleta, mientras que solo el 56% posee un automóvil.
- En Ámsterdam, hay 800.000 bicicletas y 263.000 autos. Su población es de 779.808 personas, por lo que esto implica que hay más bicicletas que personas.
- Cerca del 63% de los holandeses utiliza su bicicleta diariamente y este valor representa aproximadamente un 48% del tráfico de la capital.


Cada año, Copenhagenize, una empresa de diseño de bicicletas con sede en Dinamarca lanza un ranking completo con clasificación de las mejores ciudades del mundo para el ciclismo. La empresa analiza las ciudades de todo el mundo y les da un puntaje para determinar el mejor y más efectivo método para incorporar el ciclismo en el paisaje urbano. Según este ranking, Copenhague es el líder número uno. Ha invertido más de 134 millo-

nes de euros en infraestructura de bicicletas e instalaciones en los últimos 10 años, lo que resulta en el 62% de los ciudadanos que utilizan sus bicicletas para trabajar a diario. Le sigue Utrecht, que cuenta con algunas de las ciclovías más largas del mundo, algunas de hasta 6 km, lo que permite a los ciclistas recorrer fácilmente la ciudad. En tercer lugar, se ubica Ámsterdam. Otros países que destacan, con varias ciudades en dicha lista son Francia y Alemania. Cabe destacar que, de los 20 puestos, 90% representa países de Europa. Las únicas excepciones son Japón y Canadá, con un puesto cada uno.

Otra iniciativa prioritaria y a largo plazo establecida por la Intendencia Metropolitana es el Plan Santiago Caminable. Este plan de acción se basa en la cantidad de accidentes de trabajo generados en el año 2015. Un 25% de ellos fue producto de caídas en veredas en mal estado. Es por esto que se requiere generar un estándar e invertir en veredas para favorecer el uso. El Gobierno Regional propone:

- Incentivar proyectos de mejoramiento de experiencia de los peatones.
- Difundir la metodología Gehl Architects que impulsa la caminabilidad con aspectos como capacitaciones, charlas, encuentros, etc.
- Incentivar la generación de espacios peatonales inclusivos.
- Crear un manual de diseño de veredas.
- Promover el Plan Centro, que incentiva la peatonalización en subcentros urbanos.

En el caso del transporte no motorizado, el contexto es de alto crecimiento esperado de la demanda, sin que las mejoras de la oferta avancen al mismo ritmo.

**Los indicadores de movilidad de Sectra muestran que en Chile menos del 30% de los viajes diarios se realiza en auto. Del porcentaje restante, un 33,7% elige la caminata y solo poco más de un 3,0% prefiere la bicicleta. Se estima que este último valor crece anualmente en un 20%. **

# Requerimientos y cuantificación de la brecha 2018-2027

## Necesidades de renovación de la infraestructura vial existente

En el ICD 2016-2025 se estimó el déficit de inversión en infraestructura urbana analizando información levantada en el Precenso 2011, en el que se clasificaba el estado de calles y veredas en cuatro categorías: excelente, buena, regular y mala. Este análisis se realizó en esa oportunidad para las 7 capitales regionales de mayor tamaño.

Tomando en cuenta que esta infraestructura está en constante uso y deterioro, es decir, que continuamente aumentan las vías que requieren reparación, asumimos que las reparaciones hechas en un sector se compensan con el deterioro de otros por lo que se mantiene como base la estimación realizada en el ICD 2016-2025 para este nuevo período, y solo se agrega la estimación de las ciudades restantes.

Para ampliar el análisis a las 8 capitales faltantes, se utilizó la misma metodología anterior, usando idénticos supuestos sobre anchos de vía<sup>7</sup>, según la jerarquía de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (Oguc), costos de reparación y mantenimiento para calles y veredas, además de la proporción promedio de vialidad con algún estado de deterioro.

En la Tabla siguiente, se presenta el costo de reposición de la fracción de veredas y vialidad que se encuentra en situación regular o mala, que en promedio alcanza el 32% del total de la infraestructura por ciudad para las veredas y 27% para las calles, clasificadas con algún deterioro.

### Costo de reposición de veredas y vialidad MMUS\$

> TABLA 5.8

CIUDAD	COSTO REPOSICIÓN DE VEREDAS REGULARES Y MALAS	COSTO REPOSICIÓN VIALIDAD REGULAR Y MALA	TOTAL COSTO DE REPOSICIÓN
Arica*	10,6	19,5	30,1
Iquique*	20,5	37,7	58,2
Antofagasta**	19,7	123,7	143,4
Copiapó*	11,8	21,8	33,6
La Serena**	34,5	52,3	86,8
Valparaíso**	125,0	254,8	379,8
Santiago**	541,4	745,1	1.286,5
Rancagua*	22,3	40,9	63,2
Talca*	25,2	46,4	71,6
Concepción**	62,9	219,3	282,2
Temuco**	31,8	77,8	109,6
Valdivia*	15,2	27,9	43,1
Puerto Montt**	20,0	71,8	91,8
Coyhaique*	7,1	13,0	20,0
Punta Arenas*	15,1	27,8	42,8
<b>TOTAL</b>	<b>963,1</b>	<b>1.779,8</b>	<b>2.742,9</b>

Fuente: \*Elaboración propia, \*\*ICD 2016.

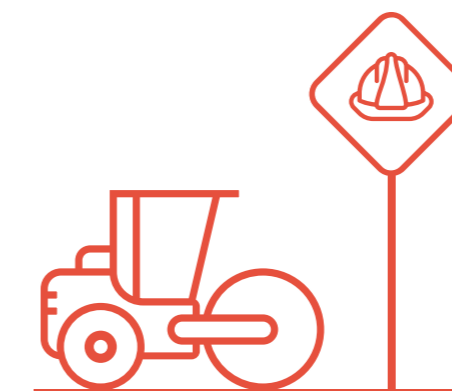
7. Más detalle sobre estos supuestos se encuentran en "Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Bases para un Chile Sostenible 2016-2025", CCHC, Capítulo 9, Vialidad Urbana.

### Déficit y Brecha Infraestructura Vial ICD 2016 y 2018 MMUS\$

> TABLA 5.9

CIUDAD	2018-2022	2018-2027
Arica*	151	301
Iquique*	291	582
Antofagasta**	810	1.084
Copiapó*	168	336
La Serena**	1.044	1.458
Valparaíso**	1.225	2.979
Santiago**	6.187	11.019
Rancagua*	316	632
Talca*	358	716
Concepción**	1.394	1.927
Temuco**	395	439
Valdivia*	216	431
Puerto Montt**	500	823
Coyhaique*	100	200
Punta Arenas*	214	428
<b>TOTAL</b>	<b>13.369</b>	<b>23.355</b>

Fuente: \*Elaboración propia, \*\*ICD 2016.



En la Tabla a continuación, se presenta el déficit de infraestructura urbana en millones de dólares para el período 2018-2022 y 2018-2027. En el caso de las nuevas ciudades, se utilizó como supuesto que anualmente se reparará el 50% de la infraestructura dañada, y que en el mismo período se deteriora una cantidad de similar de vías e instalaciones complementarias.

Se agrega, además, el resultado del ICD 2016-2025, desplazando la brecha para el nuevo período de análisis según lo descrito anteriormente.

## Proyectos de inversión en vialidad urbana, capitales regionales

En esta sección, se incluye el detalle de las obras de vialidad urbana previstas en cada capital regional<sup>8</sup>, clasificadas según sus alcances (construcción o mejoramiento) y fecha estimada de inversión. El supuesto que respalda estas estimaciones como medida de brecha, es que su ejecución permitirá evitar el deterioro del nivel de servicio. En este sentido, se trata del conjunto de proyectos que corresponde a los puntos más críticos de cada ciudad, en que la congestión tiene mayor probabilidad de aumentar en el mediano plazo. Las carteras de proyectos incluyen todos los ámbitos de la vialidad:

- Accesos a puntos de alta carga (como puertos).
- Facilidades para el transporte público (corredores).
- Medidas de gestión (semaforización, señalización, ajustes de diseño local).
- Apertura de nuevos ejes y ampliaciones de capacidad.
- Mejoramientos viales locales.

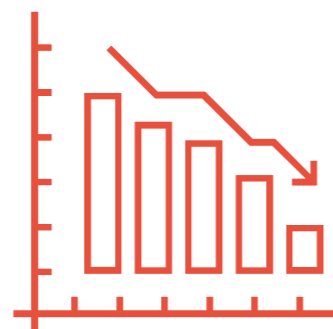
En resumen, la Tabla siguiente muestra las inversiones estimadas por región y categoría.

8. Para el detalle por proyecto y ciudad, ver Anexo.

# 13.369

MMUS\$

es el déficit en infraestructura urbana vial estimado para 2018-2022 en millones de dólares.



## Resumen de proyectos MMUS\$

Fuente: Elaboración propia.

> TABLA 5.10

CIUDAD	INVERSIÓN TOTAL	2018 A 2022	2018 A 2027	NÚMERO DE PROYECTOS	MEJORAMIENTO	CONSTRUCCIÓN	GESTIÓN VIAL	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN	CONCESIÓN
Arica	92,7	42,3	92,7	11	8 69,3	3 23,3	-	-	-
Iquique	141,1	96,3	141,1	20	12 92,7	1 12,3	4 22,4	3 13,7	-
Antofagasta	857,8	627,8	857,8	22	12 447,3	4 335	1 0,3	5 75,2	-
Copiapó	261,8	130,5	261,8	13	2 26,8	8 168,3	1 9,8	2 56,8	-
La Serena	804	616,1	804	33	20 455,2	6 135,5	3 83,1	4 130,2	-
Valparaíso	905,4	797,4	905,4	44	18 438,5	22 427,4	2 13,6	1 10,2	1 15,7
Santiago	13.769,4	3.580,2	13.769,4	50	12 270,4	27 6.493	-	-	10 7.006
Rancagua	137,8	104,5	137,8	14	3 13,4	8 81,6	-	3 42,8	-
Talca	201,3	162,8	201,3	14	12 146,2	1 32,8	-	1 22,2	-
Concepción	1.334,5	1.146,5	1.334,5	43	21 355,9	15 493,9	2 14,1	3 89,6	2 380,9
Temuco	124,5	112,3	124,5	8	4 33,5	1 1,5	1 7,2	2 82,2	-
Valdivia	76,2	28	76,2	8	5 22	3 54,2	-	-	-
Puerto Montt	489,7	330,1	489,7	20	14 246,9	5 242,4	1 0,3	-	-
Coyhaique	16,9	13,2	16,9	7	3 7,7	4 9,1	-	-	-
Punta Arenas	72,8	57,3	72,8	8	2 7,2	4 52,7	2 12,8	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>19.285,9</b>	<b>7.845,3</b>	<b>19.285,9</b>	<b>315</b>					

Nota: En las columnas correspondientes a tipo de proyecto se presentan dos números, el superior corresponde al número de proyectos de ese tipo y el inferior a la inversión para esos proyectos en millones de dólares.

## Infraestructura faltante: Ejes congestionados para los que no se registran proyectos de mejoramiento

La cartera de proyectos que el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones ha propuesto para cada ciudad, no es lo suficientemente extensa como para cubrir adecuadamente las necesidades de movilidad en todas las zonas que requieren intervención.

Para realizar una estimación de la inversión necesaria en infraestructura faltante en las 15 capitales regionales, se realizó un levantamiento de la ubicación geográfica de los proyectos en carpeta, y para cada uno de ellos se estimó una zona de influencia según la accesibilidad que otorga el proyecto al entorno.

A su vez, se obtuvo la información de congestión vial típica a partir de Google Traffic y se caracterizaron las vías de la ciudad

“saturadas” como aquellas vías que presentan congestión severa (el tráfico es extremadamente lento o no se mueve en absoluto) un día laboral representativo de la semana típica en horario punta mañana y punta tarde.

A partir de esto, se realizó un análisis espacial de superposición usando las áreas de influencia de los proyectos y las zonas con problemas de congestión y se obtuvo un conjunto de vías con bajo nivel de servicio en horas punta y que no cuentan con proyectos en cartera para su solución<sup>9</sup>.

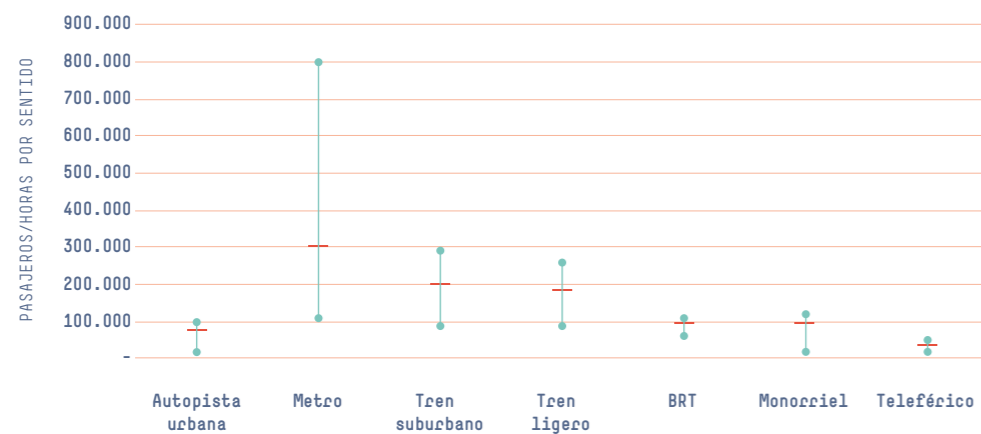
Luego, se analizaron las soluciones más adecuadas para las áreas urbanas en estudio, con el objetivo de dimensionar los requerimientos de inversión.

9. Para ver los detalles por ciudad de este ejercicio, ver Anexo.

Fuente: Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025.

## Capacidad de desplazamiento de pasajeros por modo

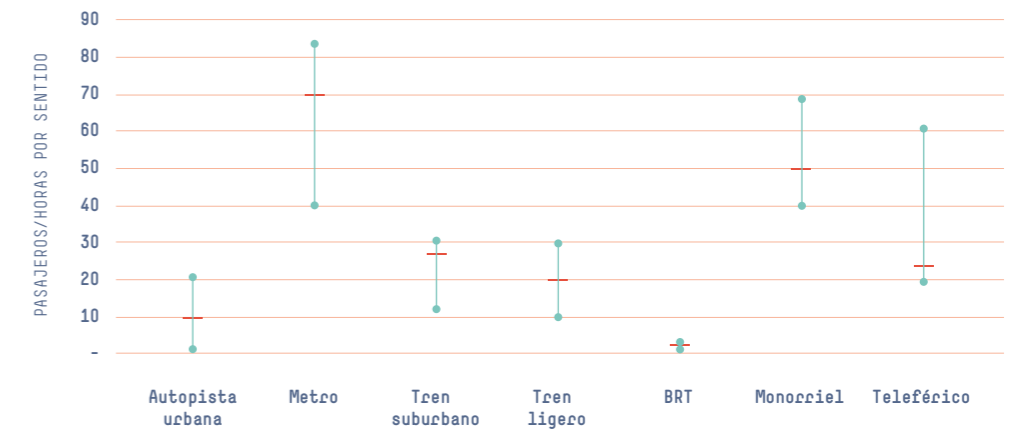
> FIGURA 5.2



Fuente: Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025.

## Costo por kilómetro de medios de transporte

> FIGURA 5.3



Fuente: Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025.

En la Figura 5.2 se presenta la capacidad de diferentes modos de transporte para mover pasajeros, incluyendo su capacidad típica y las variaciones que se han observado en la práctica. En la Figura 5.3 se presenta, en forma similar, el costo por kilómetro de cada solución en millones de dólares por kilómetro construido.

Utilizando esta información se estimó el costo de las soluciones de infraestructura para estas vías de la ciudad, ya sea con mejoramientos de gestión de tráfico, ensanchamiento de las vías, o construcción de nueva vialidad, orientada principalmente a proyectos de transporte público. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

# 32%

de las veredas se encuentra en una situación regular o precaria.



Se requieren US\$23.355 millones para su renovación hasta el año 2027.

## Recomendaciones de acción

Costo de infraestructura faltante MMUS\$ > TABLA 5.11

CIUDAD	COSTO	CIUDAD	COSTO
Arica	375,2	Talca	574,1
Iquique	390,2	Concepción	1.947,6
Antofagasta	534,7	Temuco	360,2
Copiapó	374,3	Valdivia	557,6
La Serena	1.254,9	Puerto Montt	248,8
Valparaíso	2.605,1	Coyhaique	107,0
Santiago	8.039,9	Punta Arenas	284,2
Rancagua	480,6	<b>TOTAL</b>	<b>18.134</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Las conclusiones del trabajo realizado sustentan la necesidad de avanzar en los siguientes temas:

- Las ciudades requieren trabajar en elementos de identidad que refuercen un rol prioritario (educacional, turístico, financiero, minero). Las ciudades más desarrolladas han fortalecido su competitividad a través de estos elementos que guían su crecimiento y evolución de manera estructurada.
- De las ciudades chilenas, sólo Santiago figura en los rankings internacionales, mientras que en el mundo desarrollado es frecuente que los países tengan dos y hasta tres de sus principales centros urbanos en las listas de los más avanzados. Es necesario fortalecer un equilibrio entre centros urbanos con un grado de autonomía y actividad suficientes para ser parte de una red de ciudades cuya dinámica moviliza la economía y el desarrollo social.
- Los elementos comunes a las ciudades líderes en los rankings incluyen foco en tecnología, gobiernos transparentes, ciudadanos conscientes de sus derechos y proyección internacional. Estos parecen ser pilares estructurales de la calidad de los lugares, incluso cuando en algunos casos el posicionamiento relativo es deficiente (como Londres en inclusión social).
- La infraestructura para la movilidad es un requisito básico para las ciudades, no se considera un atributo especial, sino una condición indispensable para asegurar bienestar a la población. Avanzar en las carteras de proyectos a través de nuevos mecanismos se hace urgente cuando se observa que la cartera 2016-2025 tuvo escaso avance, y el cálculo de las brechas se desplazó en el tiempo, incrementando las necesidades de recursos. En el ICD 2016, se planteó la necesidad de invertir "en escalón" para evitar que el desbalance oferta-demanda se agudice en el tiempo y afecte la competitividad.
- Es recomendable revisar los procedimientos de ejecución de los proyectos para corregir dos distorsiones principales: la velocidad con que se implementan los pasos previos a la ejecución (estudios, permisos) y las formas de construcción a través de nuevos modelos de negocios o mecanismos de participación privada como complemento a la tarea pública.
- Para esto es necesario, como se ha indicado en diversas instancias, considerar la disponibilidad de planes de inversión de largo plazo y presupuestos plurianuales, que den continuidad a los proyectos y permitan asignar prioridades en forma anticipada.

### Resumen de inversiones

El análisis de las inversiones se realizó en tres etapas. En primer lugar, se amplió el análisis realizado en el ICD 2016-2025 acerca del déficit de inversión en restauración de infraestructura existente para todas las capitales regionales. El análisis entregó un total de 23.355 millones de dólares, requeridos para renovar veredas y calles hasta el año 2027.

Luego, se revisaron 315 proyectos viales en cartera al interior de las 15 capitales regionales del país que en total suman 19.286 millones de dólares de inversión. Para cada proyecto se examinó su estado actual, en especial la fecha de inversión. Para aquellos proyectos que no contaban con este antecedente, se realizó una estimación a partir de la información pública disponible.

Finalmente se desarrolló una estimación de la inversión necesaria para incorporar a la cartera de proyectos, las zonas de las ciudades que presentan problemas de congestión y que no cuentan con propuestas de inversión declaradas. Este análisis entregó como resultado un total de 18.134 millones de dólares sin inversión comprometida.

En la tabla 5.12 se presenta un resumen de las inversiones asociadas a estos tres grupos de proyectos.

Inversión en vialidad urbana MMUS\$

> TABLA 5.12

ÍTEM	2018-2022	2018-2027
Proyectos viales por ciudad	7.845	19.286
Renovación de infraestructura vial existente	13.369	23.355
Infraestructura faltante	18.134	18.135
<b>TOTAL</b>	<b>39.348</b>	<b>60.776</b>

Fuente: Elaboración propia.

## El Acuerdo de París

248

El cambio climático y el calentamiento global han sido temas de interés creciente en las últimas décadas. Su importancia ha motivado el estudio formal del origen y consecuencias para las personas, el medio ambiente y el sistema de actividades.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>10</sup> fue creado en 1988 por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Unep) y la Organización Meteorológica Internacional (WMO), para que facilitara evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. El IPCC tiene como tarea principal el seguimiento de las acciones orientadas a la reducción de impactos; no realiza investigación ni acumula datos de los países; su función es más bien de acompañamiento a los países en la definición de políticas públicas preventivas de impactos.

El IPCC publica informes anuales. En su Quinto Informe de Evaluación del Panel del IPCC, en 2013, se estableció un consenso en el sentido de que *"más de la mitad del aumento observado en la temperatura superficial global desde 1951 hasta 2010, fue causado por el aumento antropogénico en las concentraciones de gases de efecto invernadero y otros forzamientos antropogénicos juntos"*. Luego,

en 2014, la investigación en la revista *Climate Risk Management* utilizando técnicas estadísticas rigurosas reveló un vínculo objetivo entre el aumento de la temperatura global y la actividad humana, con una probabilidad superior al 99,99%.

Teniendo en cuenta evidencia como el impacto de marejadas sobre la actividad portuaria y más importante, el impacto de aluviones sobre las comunidades, en Chile se avanzó en comprometer acciones de mitigación que puedan tener impacto global.

A comienzos de 2017, el Gobierno de Chile ratificó el Acuerdo de París, pacto que fomenta el compromiso con el cuidado del medio ambiente, creando políticas que permitan cumplir con ciertos objetivos de desarrollo sostenible.

Dicho acuerdo fue firmado por 195 países a fines de 2015. Chile se sumó a este objetivo común mundial. Los propósitos de este acuerdo contemplan:

- Mantener el aumento en la temperatura promedio global dentro de un rango que no exceda en más de 2 °C los niveles preindustriales. Asimismo, marca los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, reconociendo que esto reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático.

10. [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)

- Incrementar la capacidad de adaptación a los impactos adversos del cambio climático y fomentar la resiliencia climática y el bajo desarrollo de emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que no amenace la producción de alimentos.
- Hacer que los flujos financieros sean consistentes con un camino hacia bajas emisiones de gases de efecto invernadero y desarrollo resiliente al impacto negativo de eventos de clima.

En particular los compromisos de Chile incluyen tres premisas a cumplirse en 2030:

- Meta de Mitigación: Reducir emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB en un 30% con respecto al punto alcanzado en el año 2007. Este escenario contempla un crecimiento económico que permita apoyar las medidas necesarias para poder cumplir dicho objetivo. En el caso de que Chile reciba, además, un apoyo monetario internacional, el país se compromete a elevar su reducción de emisiones de dicho gas en entre un 35% y 45%.
- Meta Forestal: Recuperar 100.000 hectáreas de bosque nativo que aportaría en el desarrollo y cumplimiento del primer objetivo, pudiendo alcanzar una reducción de 600.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales. Forestar

100.000 hectáreas que representan entre 900.000 y 1.200.000 de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes anuales.

- Meta de Adaptación: Desarrollar medidas de adaptación para poder mejorar la calidad de vida y salud de las personas y seres vivos, los recursos naturales, la infraestructura urbana y costera, entre otros. Los sectores abordados por este tópico son: recursos hídricos, glaciares, biodiversidad, zonas urbanas costeras, ámbito silvoagropecuario, energía, infraestructura, salud y pesca.

Los compromisos adoptados actualmente, aunque exigentes, no son suficientes para alcanzar el objetivo principal, por lo que el acuerdo incluye la tarea de actualizar las metas cada cinco años e incrementar progresivamente su alcance.

Entre los 177 países a considerar en este esfuerzo, se estableció un ranking de emisiones. Dicha escala la lideran China, EE.UU y Rusia con un 20,1%, 17,9% y 7,5% del total mundial, respectivamente. Nuestro país es responsable del 0,3% de las emisiones mundiales, lo que corresponde al lugar número 47 en el ranking. Si bien, las emisiones chilenas representan una proporción pequeña, nuestro país es altamente vulnerable a sufrir de las consecuencias del calentamiento global y el cambio climático.

249

Estos aspectos no solo podrían afectar el desarrollo, seguridad y bienestar de la población en todo el territorio, sino que también el crecimiento económico nacional. Según la Cepal, los efectos provenientes del cambio climático podrían reducir en 1,1% el PIB anual de Chile<sup>11</sup>. Por esta razón es de suma importancia incorporar en la planificación de

infraestructura y de sistemas de transporte, estas metas que deben cumplirse como condición para la sostenibilidad global.

La Tabla 5.13 muestra los gases que quedan sujetos a planes de reducción drástica según el Acuerdo de París, indicando los ámbitos en los que se generan:

11. Algunos índices como el número de días de cierre de puertos reflejan la magnitud del impacto, con casos de 90 días sin operación en un año debido a marejadas, por ejemplo, en la Región de Antofagasta.

**Tipos de emisiones que el Acuerdo de París requiere reducir, Chile, 2018 > TABLA 5.13**

GAS	ORIGEN
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Combustión de carbón, gas y petróleo proveniente de automóviles, aviones, trenes, barcos, entre otros
Metano (CH <sub>4</sub> )	Combustión de carbón, gas y petróleo proveniente de automóviles, aviones, trenes, barcos, entre otros
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	Combustión interna de vehículos
Hidrofluorocarbono (HFC)	Funcionamiento de aire acondicionado, bombas de calor
Perfluorocarbono (PFC)	

Como lo muestra la tabla, el sector transporte enfrenta un desafío de gran magnitud, que debe considerar tanto la eficiencia en el uso de las redes como cambios tecnológicos que logren cambiar las tendencias en forma drástica. Nuevamente se enfrenta en este

caso la necesidad de cambios “en escalón”. Las tendencias no lograrán alcanzar la meta en el plazo planteado. Solo iniciativas de muy alto impacto permitirán que Chile muestre una contribución efectiva.

Entre las iniciativas que surgen como prioridad en este escenario se encuentran:

- Cambios tecnológicos, incorporando vehículos eléctricos en forma masiva.
- Fortalecimiento de modos no motorizados en áreas urbanas, para lo que se debe avanzar en la construcción de redes de ciclovías y mejoramiento de áreas peatonales, tanto en calidad de la superficie como seguridad, iluminación y equipamiento urbano.
- Tarifación de la circulación de vehículos particulares, traspasando al usuario el costo real de su decisión de modo (incluyendo por cierto el impacto ambiental que genera).
- Optimización de la circulación de vehículos pesados, en horarios y áreas según su impacto.
- Control de emisiones en transporte de larga distancia (barcos, aviones), incentivando el uso de las alternativas que sean menos contaminantes.

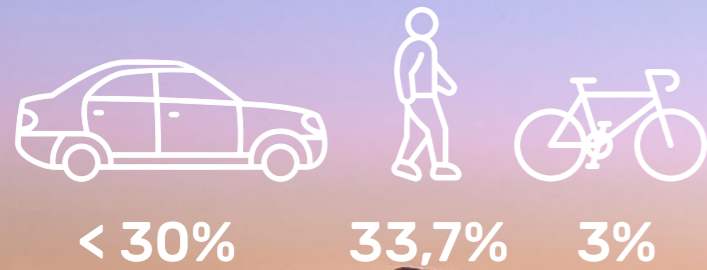
En síntesis, no será posible contribuir a la meta global sin la puesta en marcha de acciones concretas y explícitas por parte de cada país. Por esto, es recomendable que todo proyecto de inversión considere el impacto que produce su funcionamiento en términos de las emisiones potencialmente generadas.

**En el ranking de emisiones, de entre 177 países, Chile ocupa el puesto 47 convirtiéndose en el responsable del 0,3% de las emisiones mundiales. Lideran China, EE.UU y Rusia con un 20,1%, 17,9% y 7,5% del total mundial, respectivamente.**



# Resumen

En Chile menos del 30% de los viajes diarios se realiza en auto. Del porcentaje restante, un 33,7% elige la caminata y solo poco más de un 3% prefiere la bicicleta.



Santiago presenta mayores complejidades en términos de movilidad urbana: la más extensa y más densamente poblada de las ciudades de Chile.

Tiene 26 comunas y cerca de 7 millones de habitantes.

# 2025

Para ese año se estima que solo en Santiago habrá un total de

# 2,7

millones de autos, el doble de los actuales.

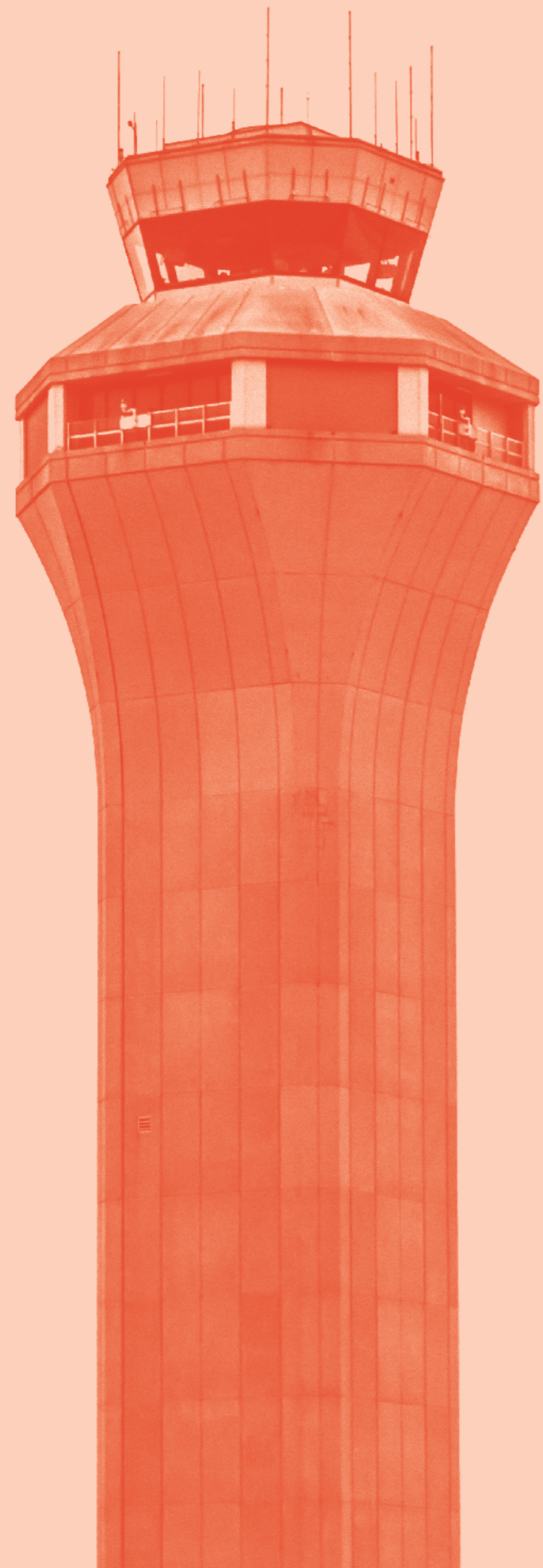


US\$23.355 millones se requieren para renovar veredas y calles hasta el año 2027.

US\$13.369 millones es el déficit de infraestructura urbana en materia de veredas y calles para 2018-2022.







# AEROPUERTOS

# Resumen ejecutivo

256

Dos tendencias marcan las proyecciones del transporte aéreo en Chile y en el mundo. La primera es el crecimiento acelerado de la demanda. Como resultado del dinamismo de las ciudades, la operación de servicios de bajo costo y el aumento del valor del tiempo, el número de pasajeros se incrementa fuertemente tanto en destinos nacionales como internacionales. La segunda es el rezago de inversiones en infraestructura, lo que se traduce directamente en períodos de servicio deficiente a los pasajeros.

En este capítulo se analizó el transporte aéreo y sus principales tendencias, concluyendo que es necesario acelerar los procesos de licitación en los terminales que se aproximan o han superado la capacidad para mantener un estándar de servicio aceptable.

Respecto a la demanda, se observa que el patrón de crecimiento está cambiando, y el mayor aumento anual se observa en viajeros internacionales, los que usualmente se desarrollaban a tasas menores que los domésticos.

Se realizó un análisis detallado de la capacidad en cada terminal y se proyectó la demanda según tendencias recientes y un escenario base de PIB, para determinar, por una parte, el año en que se requerirá nueva infraestructura y, por otra, las dimensiones y costo de las nuevas obras.

Esto permitió determinar que el sector requerirá una inversión aproximada de US\$1.659 millones entre 2018 y 2027, según el detalle de la Tabla 6.1, que muestra tanto los presupuestos comprometidos de pro-

yectos en ejecución como los montos necesarios para aquellos casos que no cuentan aún con un proyecto.

## Resumen de inversiones en terminales aéreas requeridas entre 2018 y 2027 > TABLA 6.1

	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	AVANCE BRECHA ANTERIOR		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	2016-25	2016-17	2018-2022	2018-2027
	ICD	AVANCE		
Regiones, en agenda MOP	185	-	156	156
Santiago	922	131	620	620
<b>Subtotal comprometido</b>	<b>1.107</b>	<b>131</b>	<b>776</b>	<b>776</b>
Inversión DAP	622	124	320	640
Regiones, sin proyecto	-	-	81	243
<b>TOTAL</b>	<b>1.729</b>	<b>255</b>	<b>1.177</b>	<b>1.659</b>

Junto con esto surge la necesidad de inversiones complementarias en vialidad y acceso a los terminales. Dado el importante aumento del número de viajes, en el mundo desarrollado se ha identificado la conectividad entre ciudad y terminales como una urgencia de la planificación del transporte.

Respecto al seguimiento y actualización de las proyecciones, la Tabla 6.2 muestra la magnitud de las variaciones entre las cifras estimadas en la edición previa del ICD y los cálculos actuales.

Fuente:  
Elaboración propia.

\*Interpolación lineal.  
Fuente:  
Elaboración propia.

1. Federal Aviation Administration, que establece las metodologías más ampliamente aceptadas para medir calidad de servicio a los pasajeros.

257

## Comparación de estimaciones de superficie adicional, ICD 2016 vs actual. Regiones (m²)

> TABLA 6.2

	2020	2022	2025	2027	2028	2030
ICD 2016-2017	10.474	16.232*	24.869	32.496*	36.309	43.936*
ICD actual		15.830	29.518*	38.643	42.214*	49.354
Variación		-2,5%	18,7%	18,9%	16,3%	12,3%

## De los casi US\$1.011 millones proyectados en inversión para 2016-2020, alrededor de 70% corresponderían a concesiones.

En general, la proyección de necesidades de áreas dedicadas a terminales se incrementa por sobre el 10% en todos los años analizados, teniendo en cuenta índices de calidad de servicio, según estándares de la FAA<sup>1</sup>.

En el ICD 2016 se proyectó la inversión requerida en aeropuertos, en el período 2016-2020, en un monto aproximado de US\$1.011 millones, de los cuales US\$700 millones corresponderían a concesiones y el resto a inversión pública. A la fecha de esta publicación, ninguno de los aeropuertos cuya capacidad ha sido superada, contaban con un proyecto de desarrollo, y solo el aeropuerto internacional de Santiago avanza en las inversiones según lo proyectado. Es fácil anticipar la dificultad que esto implica para los pasajeros, puesto que las proyeccio-

nes de demanda se incrementaron respecto al informe anterior, mientras que la capacidad se mantiene no disponible al nivel requerido.

Por último, surge como recomendación una revisión de roles institucionales asociados con las proyecciones de demanda y su seguimiento, que debería ser responsabilidad del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, la licitación y control de avance de las obras por parte del Ministerio de Obras Públicas y la validación técnica de la infraestructura de operaciones aeroportuarias que ejerce actualmente la Dirección de Aeropuertos. Actuando en conjunto estas entidades sería viable esperar la elaboración de planes de largo plazo que guíen las inversiones según criterios de calidad de servicio.

# Reseña del sector

## Marco institucional

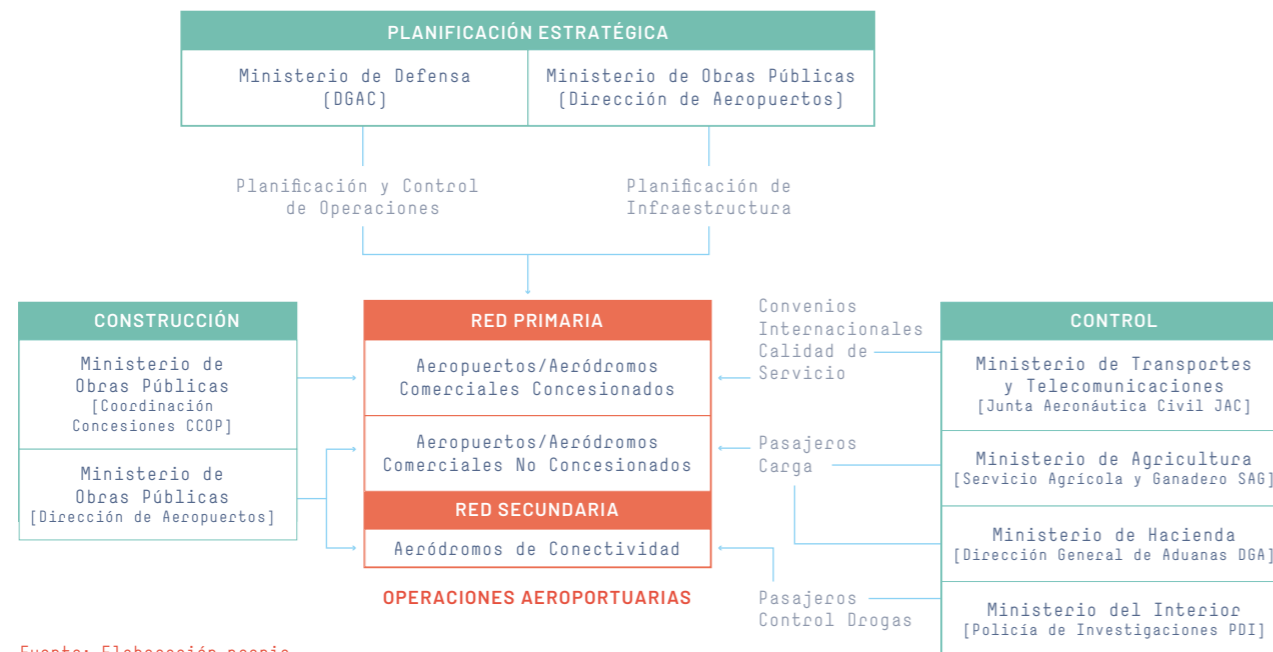
Los aeropuertos y aeródromos están regulados por una serie de organismos públicos, cada uno de los cuales tiene una función específica. Con todo, puede decirse que los principales organismos involucrados en la construcción y gestión de esta infraestructura son el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Aeropuertos y la Coordinación

General de Concesiones, y el Ministerio de Defensa, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). La Junta de Aeronáutica Civil se relaciona con el Estado a través del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y gestiona acuerdos internacionales, supervisa la calidad de servicio a los pasajeros y administra las estadísticas sectoriales.

258

### Mapa institucional sector aeropuertos

> FIGURA 6.1



Fuente: Elaboración propia.

## Potencial de crecimiento

Cada vez existe mayor evidencia de que los viajes en general están fuertemente influenciados por el crecimiento económico. A mayores ingresos, se registra una mayor cantidad de viajes y un aumento de la distancia de los mismos.

Una cifra de referencia para el análisis de la relación entre demanda y PIB es la que provee la International Air Transport Association

(IATA)<sup>2</sup> que reportan elasticidades de la demanda por viajes en avión considerando diferentes atributos de los viajes y características de las rutas. Para su estimación se usó información de más de 500 rutas que corresponden a diferentes países y estructuras de viajes. Como se observa en la tabla, la elasticidad es superior a 1 en todos los casos y para economías en desarrollo y corta distancia se acerca a 2.

2. IATA Elasticities Report, Diciembre 2007.

259

### Elasticidad de demanda por viajes en avión

Fuente: IATA

> TABLA 6.3

ALCANCE DEL TRAMO	ELASTICIDAD INGRESO DE LA DEMANDA		
	ESTADOS UNIDOS	OTRAS NACIONES DESARROLLADAS	ECONOMÍAS EN DESARROLLO
<b>Nivel local y de ruta</b>			
Corto	1,8	1,5	2
Mediano	1,9	1,6	2
Largo	2	1,7	2,2
Ultra largo	2,2	2,4	2,7
<b>Nivel nacional y regional</b>			
Corto	1,6	1,3	1,8
Mediano	1,7	1,4	1,8
Largo	1,8	1,5	2
Ultra largo	2	2,2	2,5

Para las estadísticas de Chile, al considerar las variaciones del PIB de 10 años y cambios en la cantidad de viajes, se obtienen valores de elasticidades superiores a 3 en muchos casos.

En los últimos 5 años se destaca la fuerte alza en la elasticidad de los pasajeros internacionales(4,1), observándose un cambio en la tendencia que se cruza con lo registrado en el tráfico nacional.

#### Elasticidades de la demanda aérea en Chile, 2005-2017

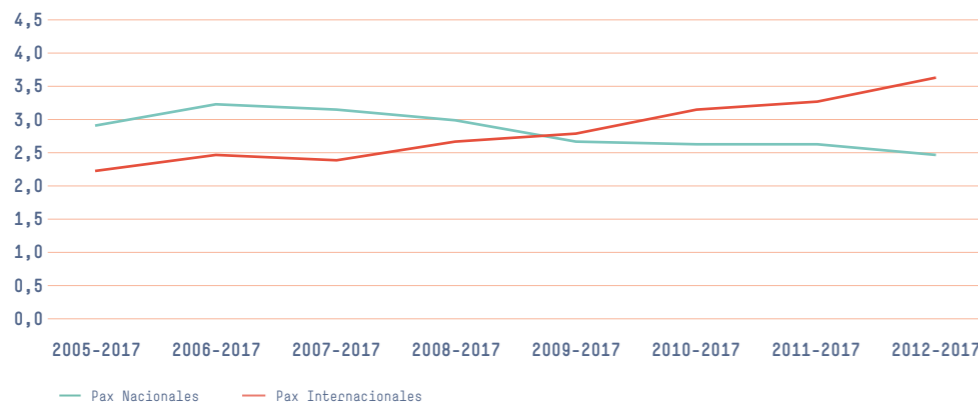
> TABLA 6.4

Nº	AÑOS PERÍODO	VAR.			ELASTICIDAD	
		PAX NAC	PAX INT	PIB	PAX NACIONALES	PAX INTERNACIONALES
12	2005-2017	11,1%	8,5%	3,4%	3,2	2,5
11	2006-2017	11,7%	8,9%	3,2%	3,6	2,7
10	2007-2017	10,7%	8,2%	3,0%	3,5	2,7
9	2008-2017	10,1%	9,0%	3,0%	3,3	3,0
8	2009-2017	10,6%	11,1%	3,5%	3,0	3,1
7	2010-2017	9,6%	11,3%	3,2%	3,0	3,5
6	2011-2017	8,3%	10,3%	2,8%	2,9	3,7
5	2012-2017	6,3%	9,3%	2,3%	2,8	4,1

Fuente:  
Elaboración propia.

#### Elasticidad promedio por periodo, variación de pasajeros/variación de PIB

> FIGURA 6.2



Fuente:  
Elaboración propia.

Los valores altos de estas elasticidades muestran un comportamiento similar al observado en los países europeos, donde a pesar del BREXIT y de una variación anual del PIB inferior a 2,0%,

se registró un crecimiento alto de los viajes. La consideración del avión como alternativa es cada vez más frecuente y se refuerza con las estrategias de precios de las aerolíneas low cost.

**A la fecha de esta publicación, ninguno de los aeropuertos, cuya capacidad ha sido superada, contaba con un proyecto de desarrollo, solo el aeropuerto internacional de Santiago avanza en las inversiones según lo proyectado en el ICD 2016.**

# Situación actual y diagnóstico

## Demanda histórica

La evolución de la demanda aérea se puede observar en la Tabla 6.5, Figura 6.3 y Figura 6.4, donde se reportan los pasajeros totales

que llegan y salen de cada uno de los terminales desde el año 2005 hasta el 2017<sup>3</sup>, tanto nacionales como internacionales.

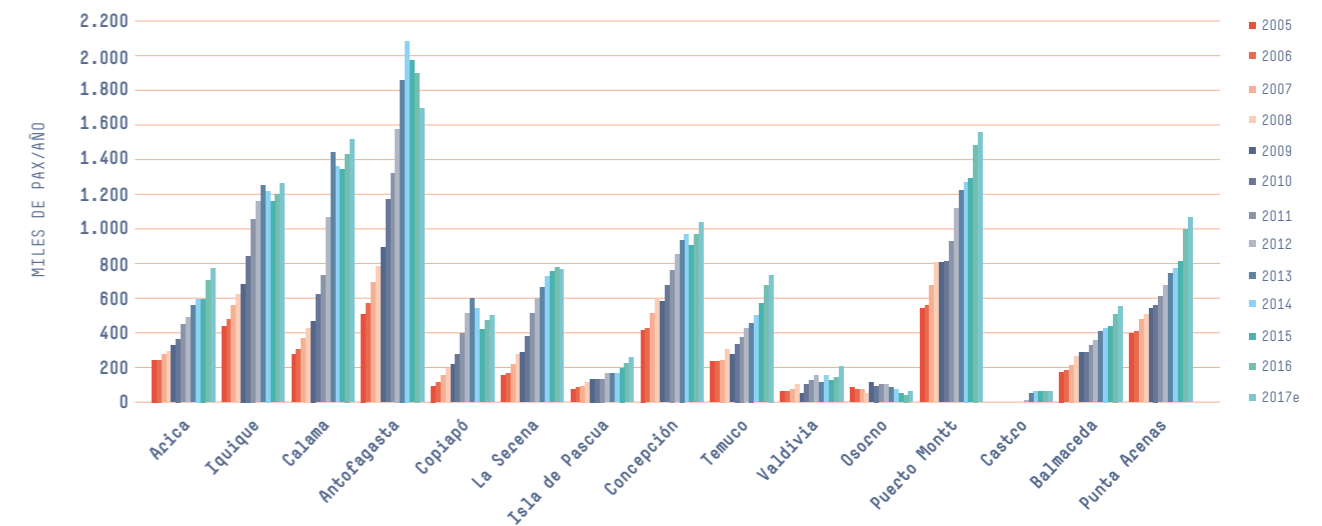
3. 2017 se ha estimado a base de los pasajeros reales hasta el mes de septiembre y una proyección del último trimestre del año.

Pasajeros totales por terminal (miles) > TABLA 6.5 / Fuente: JAC

AEROPUERTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017E
Arica	244	246	280	303	333	366	449	495	565	593	595	703	772
Iquique	443	479	566	624	687	847	1.054	1.160	1.250	1.220	1.155	1.197	1.264
Calama	280	309	373	435	469	623	734	1.071	1.442	1.361	1.357	1.438	1.512
Antofagasta	515	568	696	783	901	1.173	1.325	1.580	1.864	2.078	1.974	1.902	1.696
Copiapó	95	115	155	198	215	275	403	515	598	540	427	472	500
La Serena	154	171	216	280	293	378	508	607	663	725	760	776	764
Isla de Pascua	75	89	93	121	135	135	134	168	163	172	198	225	254
Santiago	6.635	6.987	8.397	9.018	9.026	10.315	12.106	14.215	15.313	16.068	17.231	19.192	21.285
Concepción	417	427	511	607	583	672	769	856	938	965	909	966	1.041
Temuco	241	240	246	309	279	335	377	430	466	504	575	675	738
Valdivia	65	66	73	106	60	105	123	152	121	153	127	146	203
Osorno	85	77	76	60	113	101	107	107	89	78	60	49	62
Puerto Montt	546	565	675	804	807	820	929	1.117	1.225	1.273	1.295	1.486	1.555
Castro	0	0	0	0	0	0	0	8	58	67	65	67	65
Balmaceda	182	190	223	270	292	293	334	355	406	430	444	515	551
Punta Arenas	398	415	483	515	538	560	610	675	741	778	819	995	1.069
<b>TOTAL</b>	<b>10.374</b>	<b>10.943</b>	<b>13.065</b>	<b>14.433</b>	<b>14.731</b>	<b>16.997</b>	<b>19.964</b>	<b>23.512</b>	<b>25.901</b>	<b>27.006</b>	<b>27.991</b>	<b>30.805</b>	<b>33.330</b>

Demanda histórica total (llegada + salida), regiones > FIGURA 6.3

Fuente: Junta de Aeronáutica Civil, JAC.

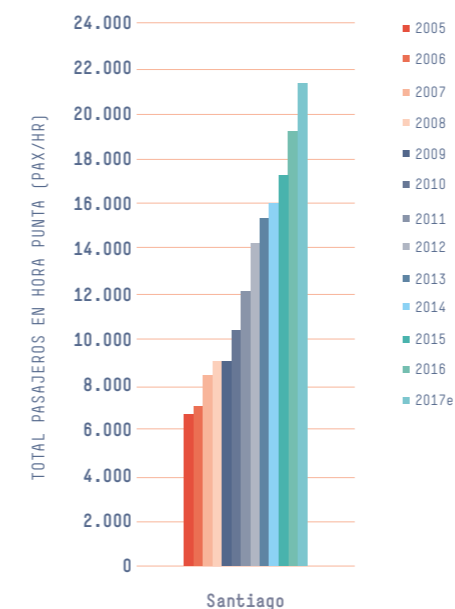


Demanda histórica total (llegada + salida), Santiago > FIGURA 6.4



**33 millones de pasajeros recibieron los aeropuertos del país en 2017.**

Fuente: Junta de Aeronáutica Civil, JAC.



El crecimiento de la demanda ha sido sostenido en los últimos años; en la década de 2006 a 2016 la mayor parte de los terminales ha visto duplicada e incluso triplicada su carga de pasajeros.

En el caso de Santiago, los pasajeros de vuelos nacionales crecieron casi cuatro veces en 10 años (3,61), y el total casi 3 veces. Mien-

tras que en regiones es posible observar que el 50% de la demanda nacional está concentrada en 4 aeropuertos (Iquique, Calama y Antofagasta en el norte, y Puerto. Montt en el sur). El aeropuerto de Calama es el que ha experimentado el mayor crecimiento del tráfico de pasajeros nacionales en una década, con un multiplicador de 4,65 veces el valor observado en 2006.

#### Incremento pasajeros aeropuerto de Santiago, 2006-2016

> TABLA 6.6

SANTIAGO	FACTOR INCREMENTO 2006-2016
Pax Nacionales	3,61
Pax Internacionales	2,17
<b>TOTAL PAX</b>	<b>2,75</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

#### Incremento pasajeros nacionales, aeropuertos regionales, 2006-2016

> TABLA 6.7

AEROPUERTO	% PAX NACIONAL REGIONES	FACTOR INCREMENTO 2006-2016
Antofagasta	13,95%	3,29
Puerto Montt	13,04%	2,64
Calama	12,68%	4,65
Iquique	10,01%	2,45
Punta Arenas	8,91%	2,42
Concepción	8,72%	2,26
Arica	6,47%	2,89
La Serena	6,40%	4,52
Temuco	6,19%	2,82
Balmaceda	4,62%	2,71
Copiapó	4,19%	4,11
Isla de Pascua	2,04%	2,98
Valdivia	1,70%	2,23
Castro	0,55%	-
Osorno	0,52%	0,64

Fuente:  
Elaboración propia.

En el caso de los pasajeros internacionales en terminales de regiones, el comportamiento es muy disímil. Se observa que el aeropuerto de Iquique concentra el 57% de la demanda internacional y, junto con Antofagasta, representan más del 80% de este tipo de pasajeros

en regiones. Lo anterior puede estar relacionado a la actividad minera, así como también con el aumento de la inmigración que se ha registrado en el norte del país. Más atrás le siguen Isla de Pascua y Punta Arenas, demanda asociada principalmente al turismo.

#### Incremento pasajeros internacionales, aeropuertos regionales, 2006-2016

> TABLA 6.8

AEROPUERTO	% PAX INTERNACIONAL REGIONES	FACTOR INCREMENTO 2006-2016
Iquique	57,07%	4,30
Antofagasta	26,52%	168,77
Isla de Pascua	9,17%	0,61
Punta Arenas	5,02%	0,79
Concepción	0,73%	21,45
La Serena	0,54%	-
Arica	0,52%	0,08
Calama	0,44%	-

Fuente:  
Elaboración propia.



**80%**  
de la demanda internacional de pasajeros en regiones, está concentrada en los aeropuertos de Iquique y Antofagasta.

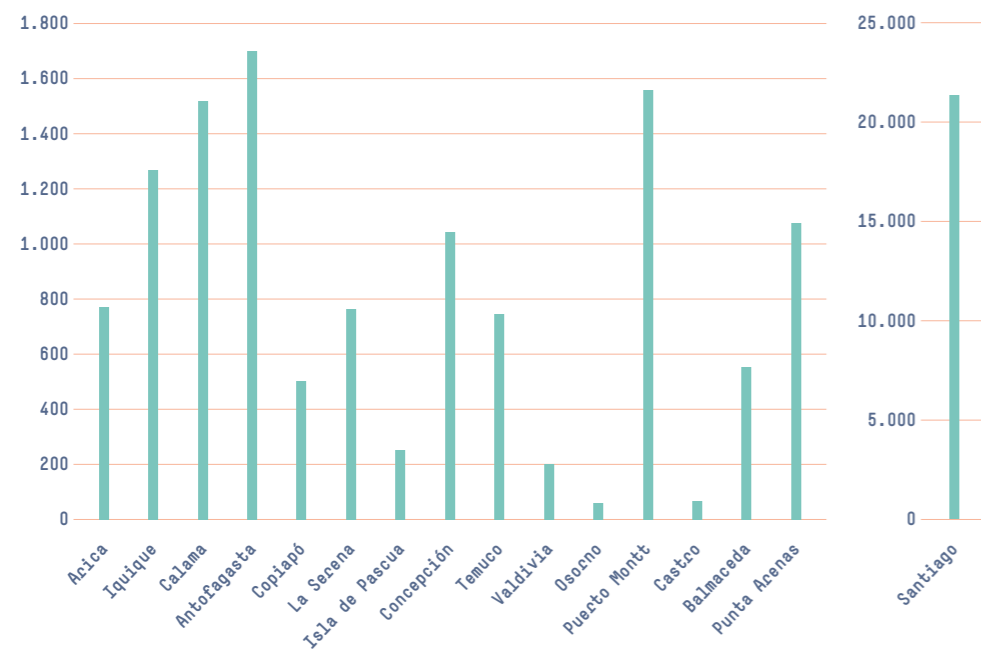
## Demanda actual y déficit

Para estimar la demanda total por superficie de terminales al año 2017, se utilizaron las estadísticas mensuales de pasajeros publicados por la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) para el año 2016 y las cifras disponibles entre

enero y septiembre de 2017. La estimación del total de pasajeros para 2017 se presenta gráficamente en la Figura 6.5.

### Estimación de pasajeros anuales por aeropuerto 2017 (llegada + salida)

> FIGURA 6.5



Fuente: Elaboración propia a base de información JAC.

Una vez realizada la estimación anual para 2017, se procedió a calcular la demanda de pasajeros en el horario más cargado en cada aeropuerto según el método de la Federal Aviation Administration (FAA). La FAA define una proporción del total de pasajeros anuales

que representa el flujo en hora punta, a través de lo que se denomina Typical Peak Hour Passengers (TPHP). La relación recomendada en este caso se aplica tanto para pasajeros que llegan como para aquellos que salen, y se resume en la siguiente tabla:

### Pasajeros en hora punta típica (TPHP)

> TABLA 6.9

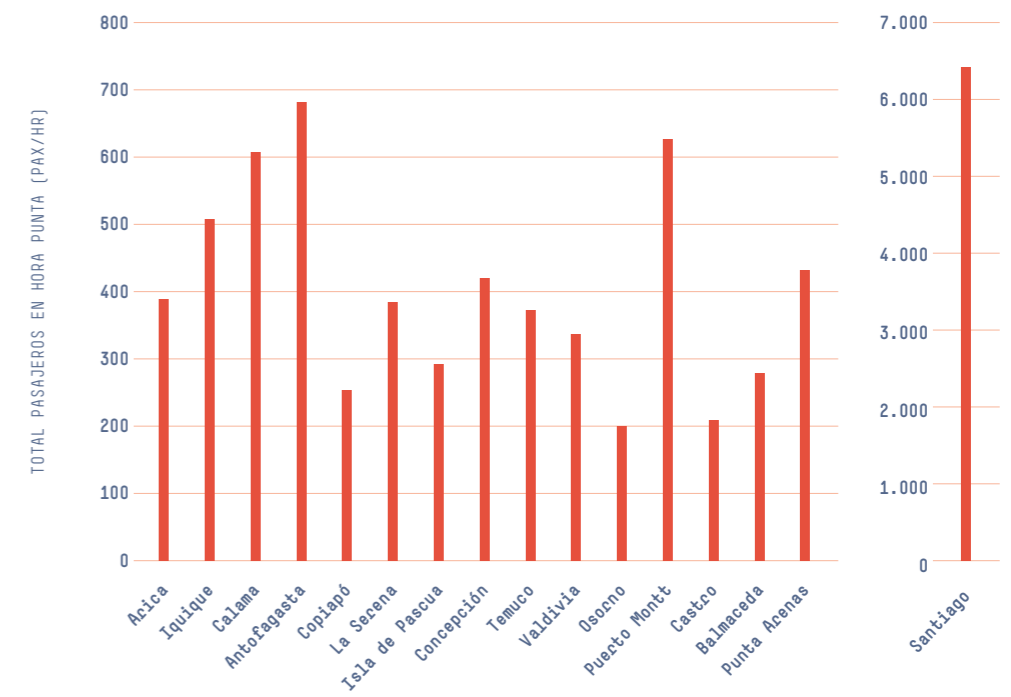
MILLONES DE PASAJEROS ANUALES	TPHP (%)
Bajo 0,10	0,120
Entre 0,10 y 0,49	0,065
Entre 0,50 y 0,99	0,050
Entre 1,00 y 9,99	0,040
Entre 10,00 y 19,99	0,035
20,00 o más	0,030

Fuente: FAA.

Considerando estos factores y la categoría que corresponde a cada terminal por su demanda de pasajeros anuales, se llegó a una estimación del flujo máximo en hora punta para cada recinto.

### Estimación de pasajeros por terminal en hora punta, 2017

> FIGURA 6.6



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procedió a comparar la demanda en hora punta con la capacidad de cada terminal. Para lo anterior, también se utilizaron las recomendaciones de la FAA que define un estándar 10 m<sup>2</sup> por pasajero en la hora punta típica para un terminal que solo tiene movimiento nacional. Y 25 m<sup>2</sup> por pasajero para el caso de un edificio terminal de carácter exclusivamente internacional, en el que la demanda de espacio es mayor, pues los pasajeros llegan con acompañantes, mayor cantidad de equipaje y su tiempo de estadía es mayor, además de requerirse instalaciones adicionales para control de salida y entrada del país. En el caso del aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago, la demanda está repartida en partes iguales entre pasajeros nacionales e internacionales, por lo cual se utilizó un promedio de 17 m<sup>2</sup>.

La Tabla 6.10 y la Tabla 6.11 presentan la comparación entre la capacidad horaria máxima actual (año 2017) de cada aeropuerto y el total de pasajeros que lo utiliza en la hora más cargada durante un día estándar. Se debe tener en cuenta que la hora más cargada se calcula para un día normal de operación y, por lo tanto, deja fuera los fines de semana largos u otros eventos en que los aeropuertos ven superada su capacidad de operación por situaciones puntuales, como ocurre también en otros tipos de infraestructura como las carreteras.

Se han identificado aquellos aeropuertos en los cuales se está construyendo nueva infraestructura (o se encuentran en proceso de licitación los proyectos para dicho fin).

#### Capacidad año 2017 versus demanda en hora punta, regiones (pasajeros)

> TABLA 6.10

AEROPUERTO	PAX HORA PUNTA (AÑO 2017)	CAPACIDAD TERMINAL ACTUAL (AÑO 2017)	CAPACIDAD REMANENTE	CAPACIDAD TERMINAL PROYECTADO	ESTADO TERMINAL PROYECTADO
Arica	386	520	35%		
Iquique	505	793	57%	1.318	en construcción
Calama	605	810	34%		
Antofagasta	678	950	40%		
Copiapó	250	300	20%		
La Serena	382	450	18%		
Isla de Pascua	291	125	-57%		
Concepción	416	821	97%	1.120	en construcción
Temuco	369	531	44%		
Valdivia	333	220	-34%		
Osorno	197	215	9%		
Puerto Montt	622	990	59%	1.590	en licitación
Castro	208	100	-52%		
Balmaceda	276	240	-13%	1.035	en agenda, sin fecha
Punta Arenas	428	700	64%		

Fuente:  
Elaboración propia.

#### Capacidad año 2017 versus demanda en hora punta, Santiago, (pasajeros)

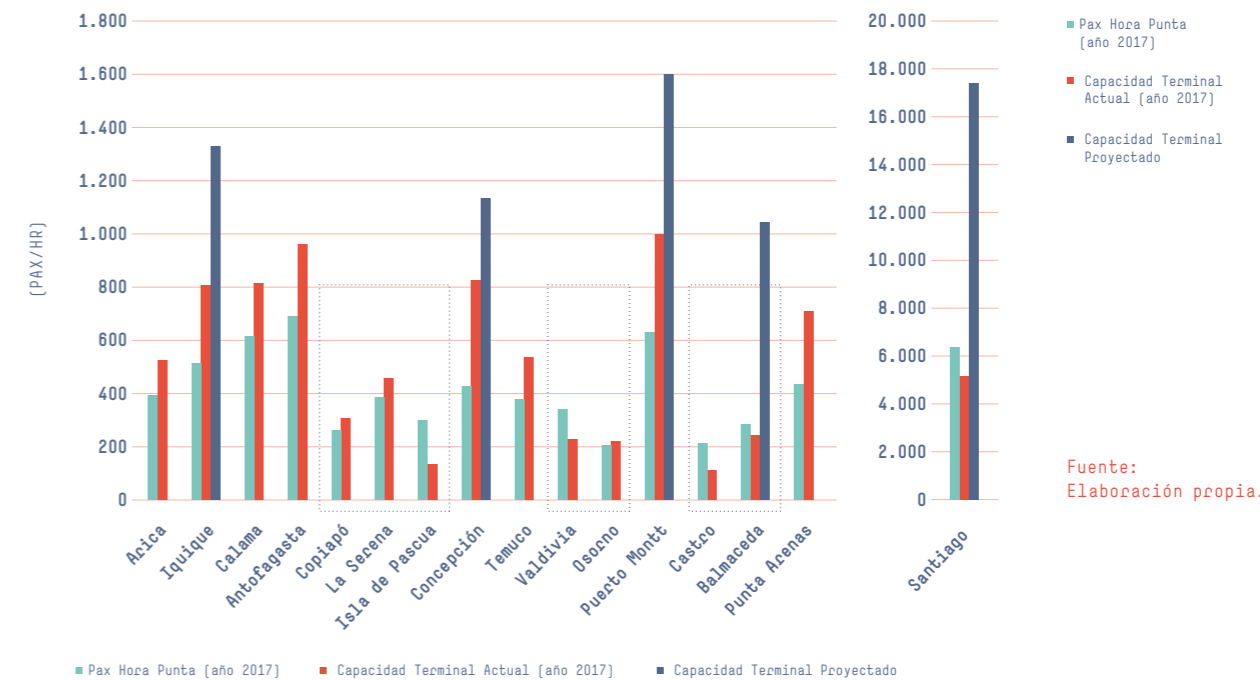
> TABLA 6.11

AEROPUERTO	PAX HORA PUNTA (AÑO 2017)	CAPACIDAD TERMINAL ACTUAL (AÑO 2017)	CAPACIDAD REMANENTE (AÑO 2017)	CAPACIDAD TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN	CAPACIDAD REMANENTE TERMINAL NUEVO
Santiago	6.386	5.120	-20%	17.294	171%

Fuente:  
Elaboración propia.

#### Capacidad actual versus pasajeros en hora punta

> FIGURA 6.7



Fuente:  
Elaboración propia.

Se observa que hay 4 aeropuertos que ya han superado su capacidad: Isla de Pascua, Valdivia, Castro y Balmaceda. Asimismo, existen otros 3 que están al borde de superarla: Copiapó, La Serena y Osorno.

De esta nómina, el Ministerio de Obras Públicas solo tiene en agenda la ampliación del terminal de Balmaceda, aunque sin fecha de licitación.

En el caso de Santiago, la capacidad se ve superada durante períodos punta en el terminal actual, pero con la ampliación esto se resolverá razonablemente al momento de entrar en funcionamiento las nuevas instalaciones, programadas para 2020.





## Red aeroportuaria

La red aeroportuaria de Chile está compuesta por 344 aeropuertos y aeródromos. La red principal, o "red primaria", se compone de 16 aeropuertos y aeródromos, mientras que el

resto corresponde a pequeños aeródromos de conectividad. La tabla siguiente contiene las características de los 16 principales terminales en operación que conforman la red primaria.

### Principales características de los aeropuertos de la red primaria

> TABLA 6.12

CIUDAD	NOMBRE AEROPUERTO	CALIDAD	ESTADO	INICIO CONCESIÓN	FIN CONCESIÓN	PISTAS (M)		SUPERFICIE EDIFICIO TERMINAL (M <sup>2</sup> )
						LARGO	ANCHO	
Arica	Chacalluta	Aeropuerto	Concesionado	Abr 2004	Abr 2019	2170	45	5.200
Iquique	Diego de Aracena	Aeropuerto	Concesionado	Julio 2012	Mar 2018 (extendido)	3350	45	7.926
								5.250
Calama	El Loa	Aeródromo	Concesionado	Mar 2011	Mar 2026	3040	45	9.434
								3040
Antofagasta	Cerro Moreno	Aeropuerto	Concesionado	Nov 2011	Nov 2026	2599	50	9.500
Copiapó/Caldera	Regional de Atacama	Aeródromo	Concesionado	Oct 2001	Abr 2023	2200	45	3.000
La Serena	La Florida	Aeródromo	Concesionado	Dic 2012	May 2020 (est VPI)	1938	45	4.500
Isla de Pascua	Mataverí	Aeropuerto	No Concesionado	—	—	3318	45	1.250
Santiago	Arturo Merino Benítez	Aeropuerto	Concesionado, en etapa de construcción	Oct 2015	Sep 2035	3750	45	294.000
								3800
Concepción	Carriel Sur	Aeródromo	Concesionado, en etapa de construcción	Ago 2016	Ago 2031	2600	45	8.209
								2.991
Temuco	La Araucanía	Aeródromo	Concesionado	Abr 2010	Abr 2030 o VPI	2440	45	5.307
Valdivia	Pichoy	Aeródromo	No Concesionado	—	—	2100	45	2.200
Osorno	Cañal Bajo Carlos Hott Siebert	Aeródromo	No Concesionado	—	—	1700	45	2.150
Puerto Montt	El Tepual	Aeropuerto	Concesionado	Mar 2014	Abr 2018	2650	45	9.900
								6.000
Castro	Mocopulli	Aeródromo	No Concesionado	—	—	2000	45	1.000

Continúa

CIUDAD	NOMBRE AEROPUERTO	CALIDAD	ESTADO	INICIO CONCESIÓN	FIN CONCESIÓN	PISTAS (M)		SUPERFICIE EDIFICIO TERMINAL (M <sup>2</sup> )		
						LARGO	ANCHO			
Balmaceda	Balmaceda	Aeródromo	No Concesionado	—	—	2501	45	2.400		
			Concesión en agenda (sin fecha)					7.951		
Punta Arenas	Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Aeropuerto	Concesionado	Ene 2010	Oct 2020 (est VPI)	2790	45			
								2400	45	7.000
								1677	45	

Fuente: Elaboración propia con base en Dirección General de Aeronáutica Civil y Ministerio de Obras Públicas.

La localización de los aeropuertos de la red primaria muestra un sector desprovisto de terminales en la zona central del país, conformado por las regiones VI y VII, y la nueva Región del Ñuble, cuyos aeropuertos más cercanos están en Santiago por el norte y Concepción por el sur. Esta realidad contrasta con la situación de las regiones más al sur, en las que se dispone de 4 terminales aéreas de la red primaria para una extensión geográfica similar. En este caso la distancia a Santiago es demasiado corta como para justificar oferta aérea, ya que los viajes pueden resolverse usando otros modos de transporte (auto, bus, tren) con mayor flexibilidad horaria y a precios competitivos. Además, el tiempo total requerido para el viaje es comparable, lo que no ocurre en viajes a destinos más alejados, en que el avión presenta claras ventajas en el tiempo total.

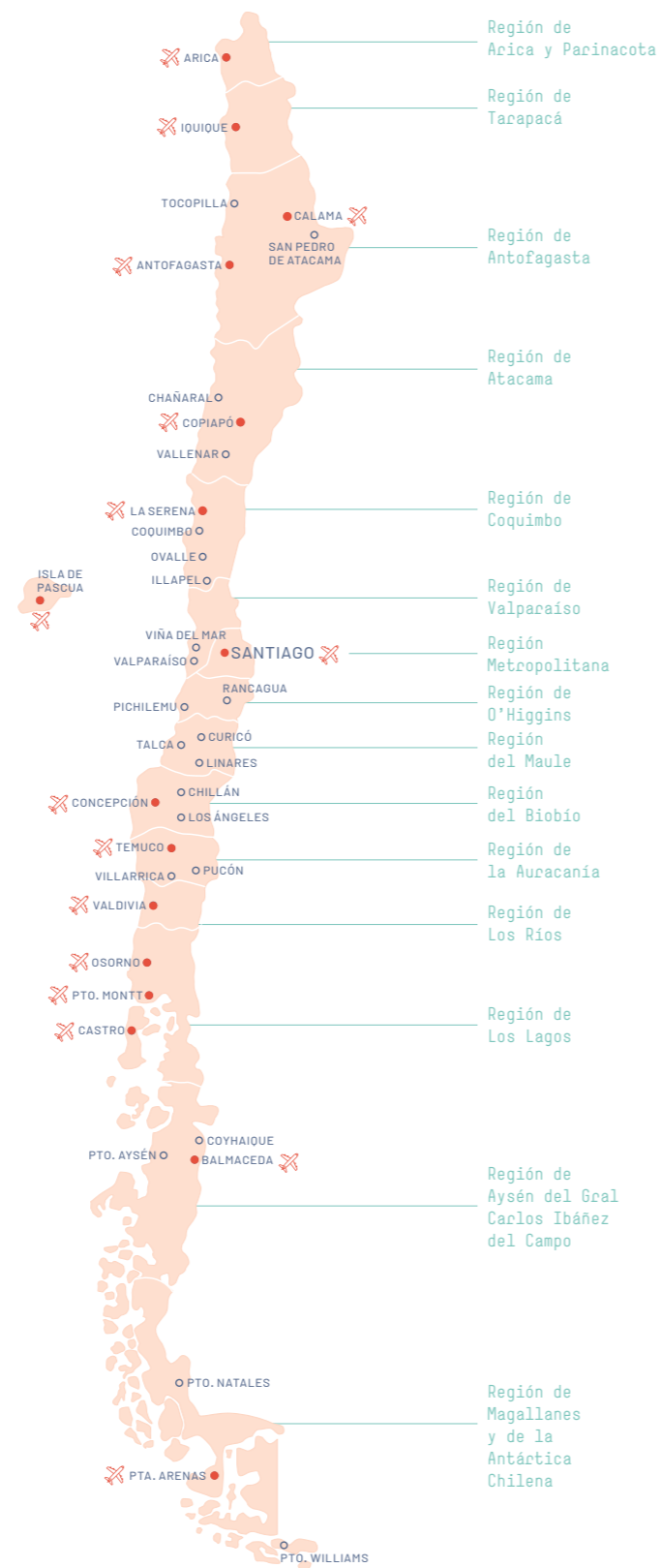
# 344

aeropuertos y aeródromos conforman la totalidad de la red aeroportuaria chilena.



Localización aeropuertos red primaria

> FIGURA 6.8



16 ✈️

aeropuertos y aeródromos conforman la "red primaria". El resto corresponde a pequeños aeródromos de conectividad.



# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018 - 2027

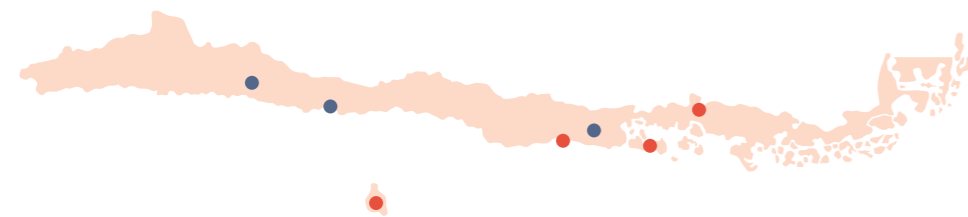
La estimación de los requerimientos de infraestructura adicional en cada terminal se estimó a base de la demanda proyectada en hora punta, considerando el estándar de 10 m<sup>2</sup> por pasajero, según las recomendaciones de la FAA para aeropuertos nacionales.

Se estimaron los requerimientos de metraje para los cortes temporales 2022 y 2027, y se agregó una estimación a 2030 con el fin de garantizar al menos 3 años de holgura en la capacidad.

Adicionalmente se identifican los proyectos de ampliación que están en curso o en agenda del MOP, y las correspondientes superficies de los terminales proyectados. Estos casos corresponden a Iquique (en proceso de relicitación), Concepción (en etapa de construcción),

Puerto Montt (en proceso de relicitación), Balmaceda (en agenda MOP, sin fecha) y Santiago (en etapa de construcción). **VER TABLA 6.13**

Al comparar con las proyecciones del ICD 2016-2025 se observa una reducción al inicio del período, influenciado por las bajas expectativas respecto al crecimiento del PIB (las proyecciones consideran elasticidades al ingreso). Sin embargo, hacia el largo plazo esta variable mejora en sus expectativas, lo cual impulsa también la estimación del aumento de la demanda. Lo anterior es consistente con lo que indica la literatura especializada en el sentido que las expectativas económicas explican en gran medida la tendencia de la demanda por transporte aéreo (estadísticamente es una variable de mayor poder explicativo que el PIB). **VER TABLA 6.14**



**Hay 4 aeropuertos que ya han superado su capacidad: Isla de Pascua, Valdivia, Castro y Balmaceda.**

**Asimismo, existen otros 3 que están al borde de superarla: Copiapó, La Serena y Osorno.**

## Estimación de requerimientos de superficie adicional por terminal

> TABLA 6.13

Fuente:  
Elaboración propia.

AEROPUERTO	SUPERFICIE ACTUAL (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE CON PROYECTO (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA (M <sup>2</sup> )			SUPERFICIE ADICIONAL REQUERIDA (M <sup>2</sup> )			AÑO REQUERIDO DE INVERSIÓN
	2017		2022	2027	2030	2022	2027	2030	
Arica	5.200		5.810	7.799	2021	610	2.599	3.372	2021
Iquique	7.926	13.176	6.743	8.298	9.121		372	1.195	2026 (En curso)
Calama	8.100		11.094	17.209	18.915	2.994	9.109	10.815	2020
Antofagasta	9.500		9.202	11.459	12.595		1.959	3.095	2023
Copiapó	3.000		3.819	5.183	5.697	819	2.183	2.697	2020
La Serena	4.500		6.091	8.529	9.374	1.591	4.029	4.874	2019
Isla de Pascua	1.250		4.286	5.664	6.226	3.036	4.414	4.976	Inmediata
Concepción	8.209	11.200	5.346	6.399	7.034				2031 (En curso)
Temuco	5.307		5.707	7.814	8.588	400	2.507	3.281	2022
Valdivia	2.200		4.494	5.573	6.125	2.294	3.373	3.925	Inmediata
Osorno	2.150		2.658	3.297	3.623	508	1.147	1.473	2019
Puerto Montt	9.900	15.900	8.556	10.758	11.824		858	1.924	2025 (En curso)
Castro	1.000		3.156	4.261	4.684	2.156	3.261	3.684	Inmediata
Balmaceda	2.400	10.351	3.823	4.831	5.310	1.423	2.431	2.910	Inmediata
Punta Arenas	7.000		5.886	7.400	8.133		400	1.133	2026
<b>SUBTOTAL REGIONES</b>			<b>86.669</b>	<b>114.476</b>	<b>125.821</b>	<b>15.830</b>	<b>38.643</b>	<b>49.354</b>	
Santiago	87.041	294.000	116.761	155.526	202.172	29.720	68.485	115.131	Inmediata (En curso)

**Comparación de estimaciones de superficie adicional, ICD 2016 versus actual. Regiones (m<sup>2</sup>)**

> TABLA 6.14

	2020	2022	2025	2027	2028	2030
ICD 2016-2025	10.474	16.232*	24.869	32.496*	36.309	43.936*
ICD actual		15.830	29.518*	38.643	42.214*	49.354
Variación		-2,5%	18,7%	18,9%	16,3%	12,3%

\*Interpolación lineal.  
Fuente:  
Elaboración propia.

276

La estimación de los montos de inversión se ha realizado considerando dos tipos de proyectos: aquellos que ya se encuentran en ejecución y/o en agenda, y que por tanto cuentan con un presupuesto conocido, y aquellos que no tienen aún un proyecto asociado y para los cuales se ha estimado un monto a invertir basado en las brechas de infraestructura proyectadas.

**107.128 m<sup>2</sup> de superficie adicional serán necesarios en 2027.**



**Entre 2006-2016 la mayor parte de los terminales ha visto duplicada e incluso triplicada su carga de pasajeros. En el caso de Santiago, los pasajeros de vuelos nacionales crecieron casi cuatro veces en 10 años (3,61), y el total casi 3 veces.**



## Proyecciones de Demanda

La proyección de la demanda de pasajeros en cada aeropuerto se realizó utilizando las elasticidades respecto al PIB estimadas a partir de la información histórica de los pasajeros que llegan y salen de cada aeropuerto, y una serie de PIB para igual período.

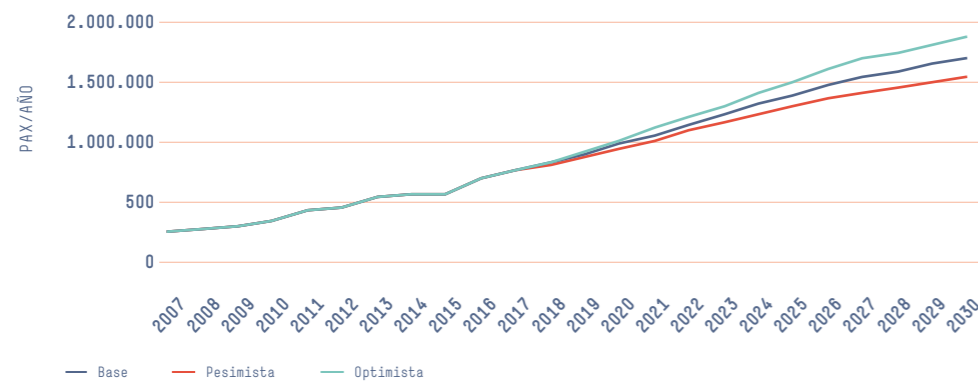
Las proyecciones del PIB (variación anual) para el período 2017-2030 provienen de estimaciones de la CChC. Además de un Escenario Base de Proyección, se consideraron un esce-

nario optimista y uno pesimista, que permiten obtener una banda dentro de la cual es probable que se sitúe la demanda en el largo plazo.

Solo en el caso del aeropuerto de Santiago se estimó un crecimiento diferenciado entre pasajeros nacionales e internacionales, ya que en el resto de los aeropuertos del país, si bien operan ocasionalmente vuelos internacionales, estos representan una fracción menor del total de pasajeros.

**Proyección pasajeros nacionales totales (llegadas + salidas) por aeropuerto. Regiones**  
 > FIGURA 6.9

### Arica

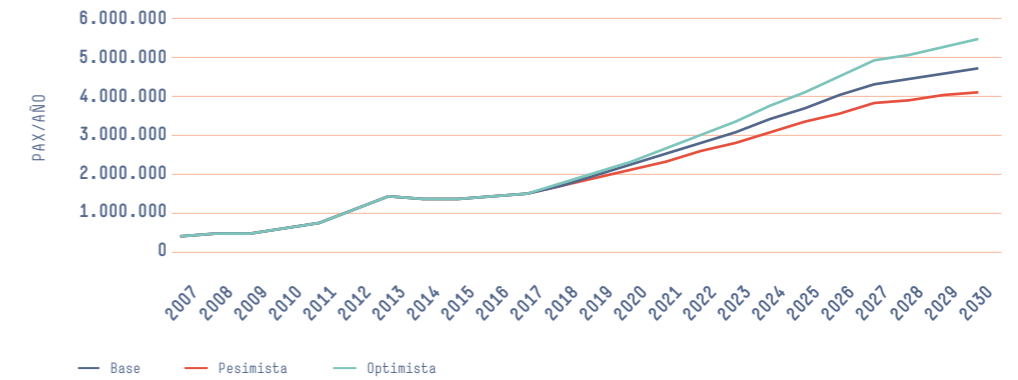


278

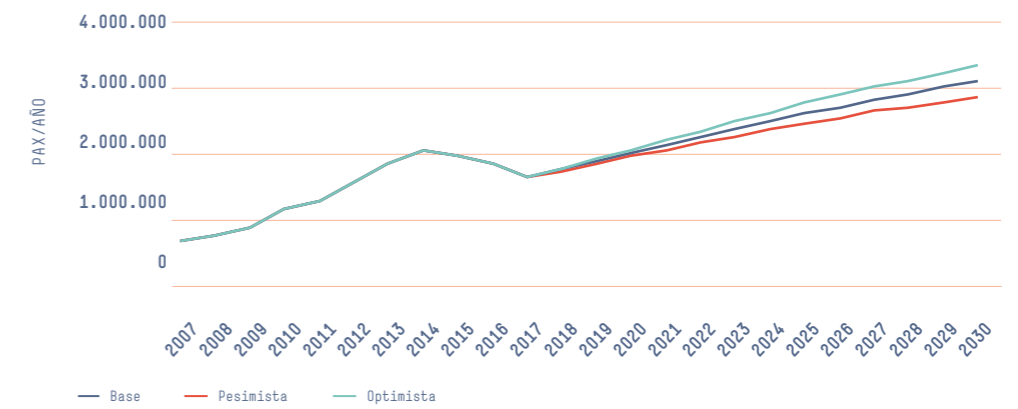
### Iquique



### Calama

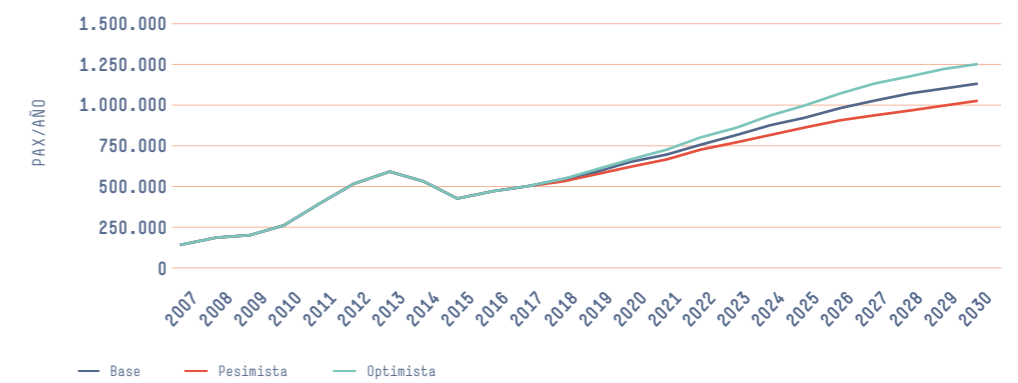


### Antofagasta



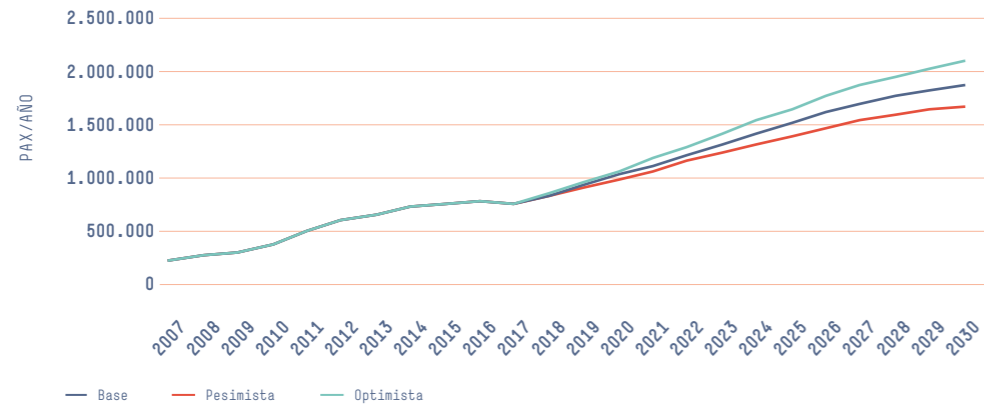
279

### Copiapó



Fuente:  
 Elaboración propia.

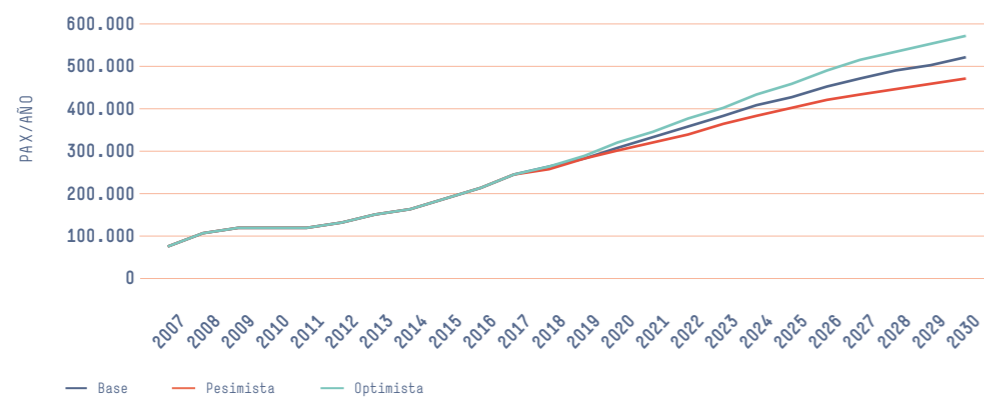
### La Serena



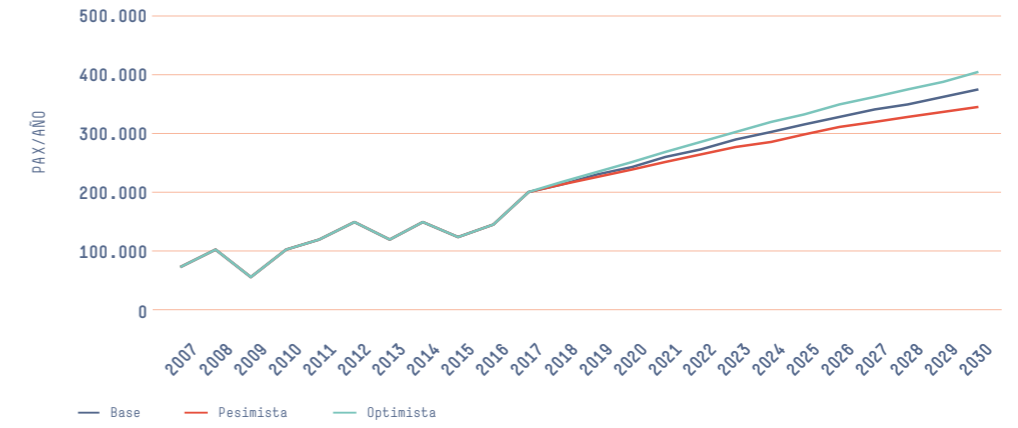
### Temuco



### Isla de Pascua



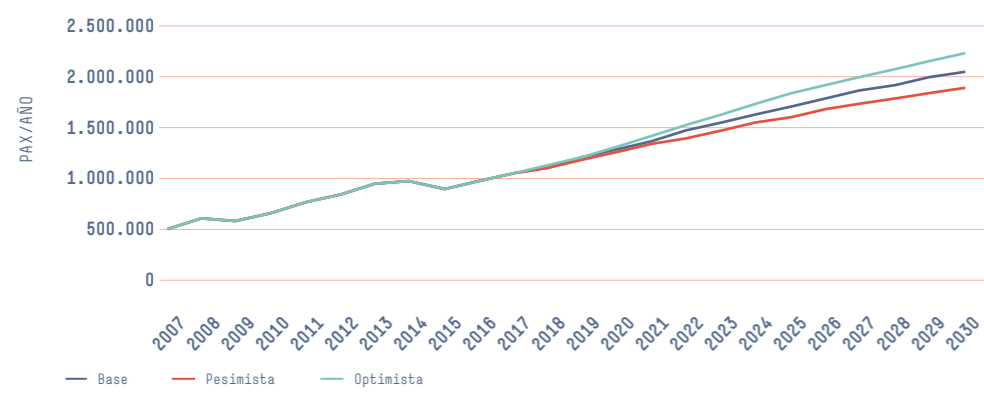
### Valdivia



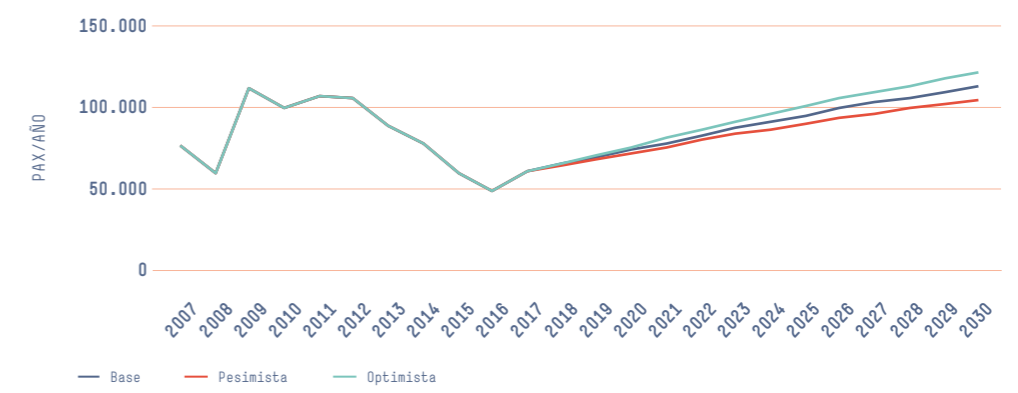
280

281

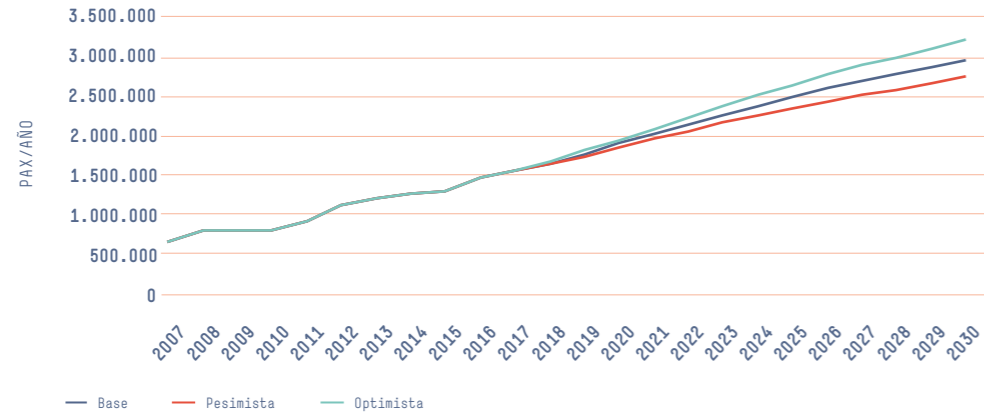
### Concepción



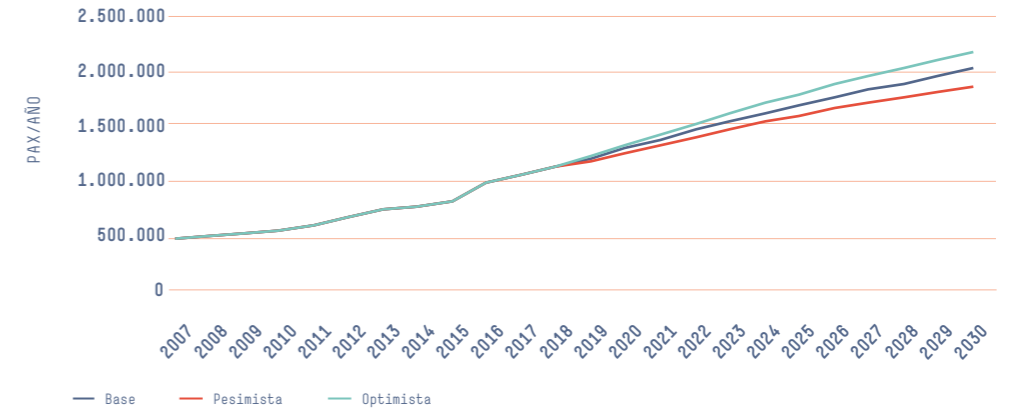
### Osorno



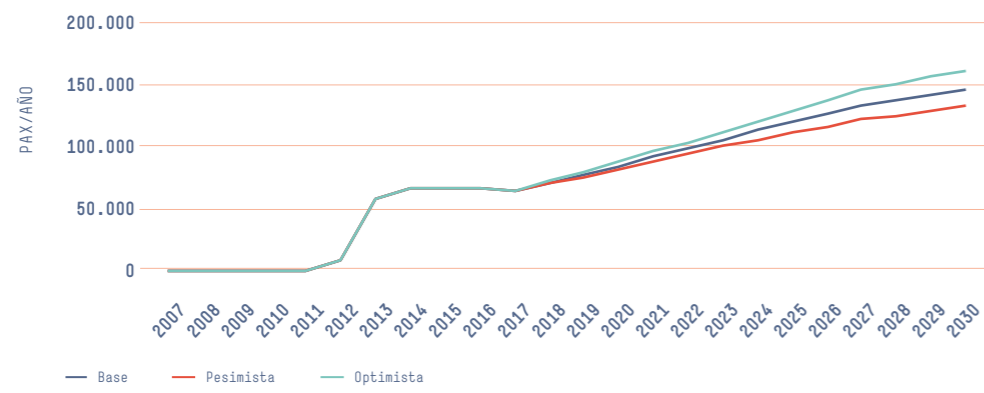
### Puerto Montt



### Punta Arenas

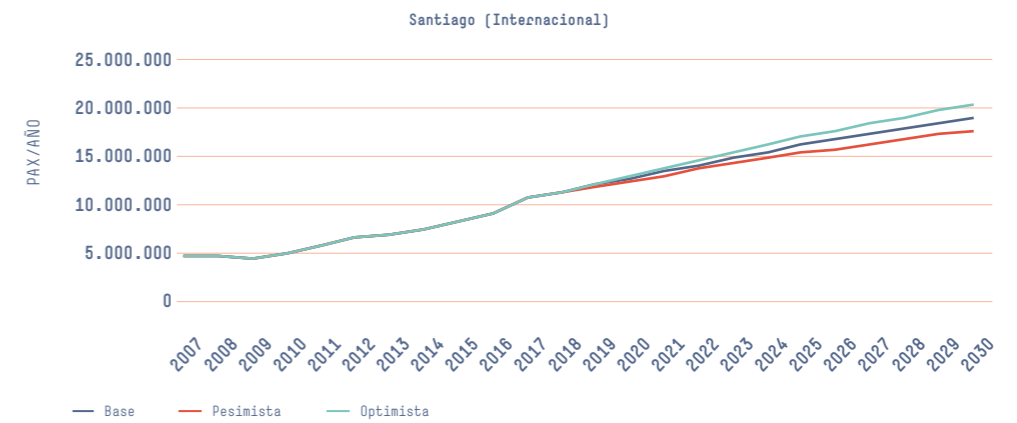
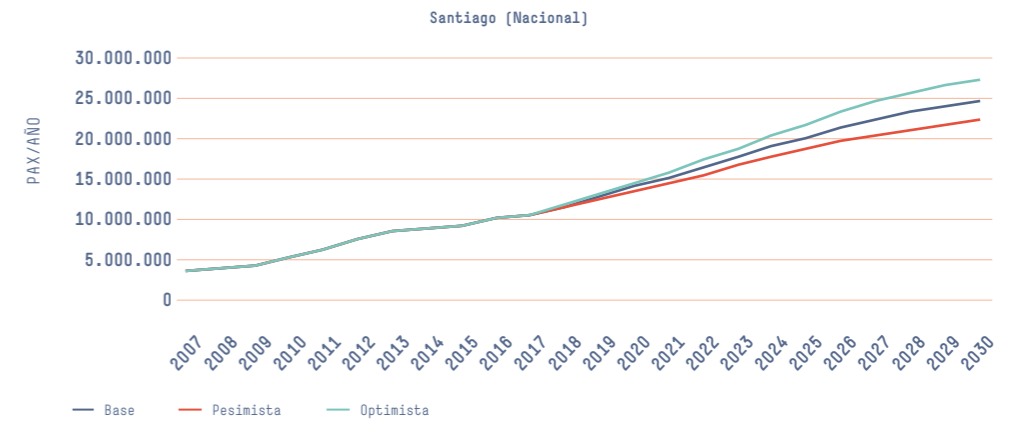


### Castro



### Proyección pasajeros nacionales e internacionales totales (llegadas + salidas), Santiago

> FIGURA 6.10



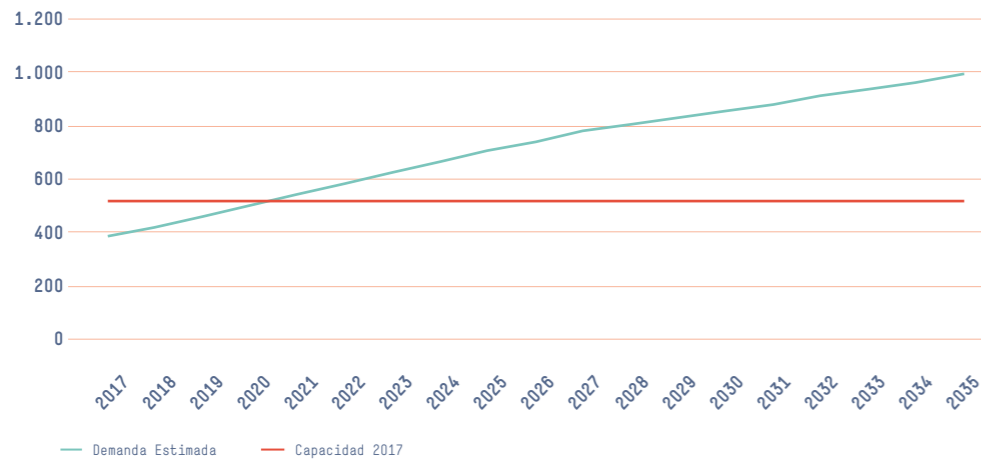
Fuente:  
Elaboración propia.

A partir de las proyecciones y tomando en cuenta la cantidad de pasajeros en la hora punta obtenida a partir de la demanda anual, se realizó la verificación de las capacidades de cada ter-

minal y el año en que se verían superadas. Esta estimación distingue aquellos casos en que existe un proyecto de ampliación en curso (ya sea en construcción, en licitación o en agenda).

**Proyección pasajeros nacionales hora punta (llegadas + salidas) por aeropuerto, solo regiones y comparación con capacidad 2017** > FIGURA 6.11

### Arica



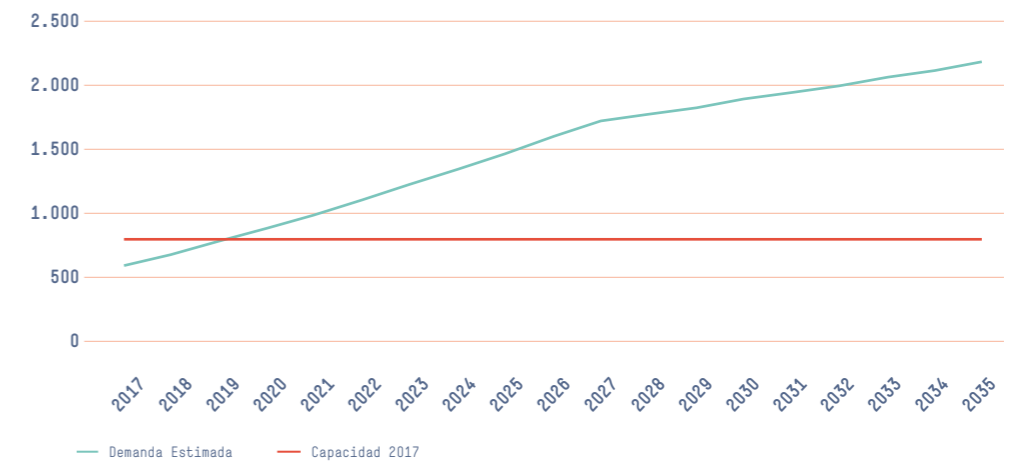
284

### Iquique

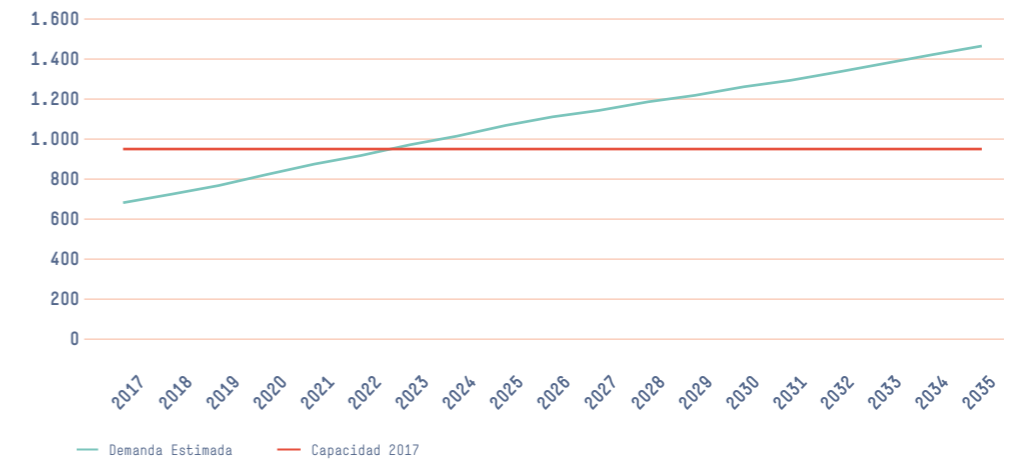


Fuente:  
Elaboración propia.

### Calama

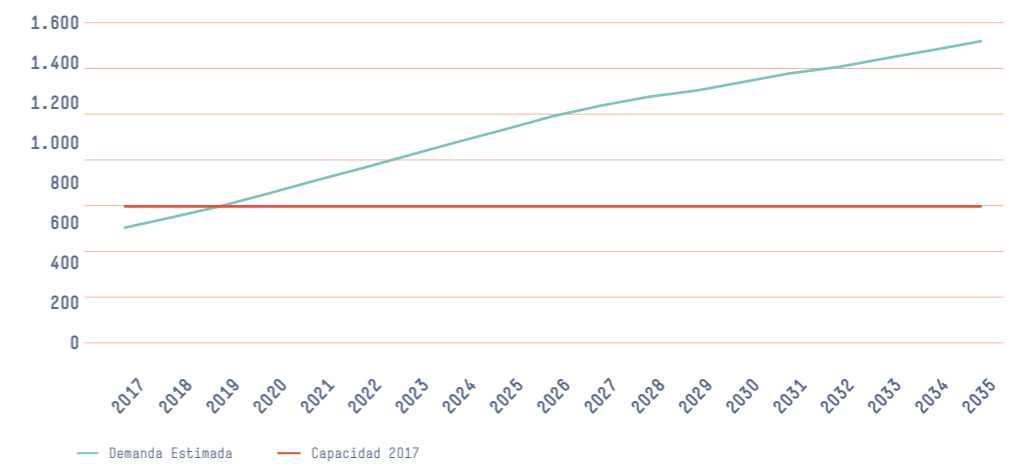


### Antofagasta



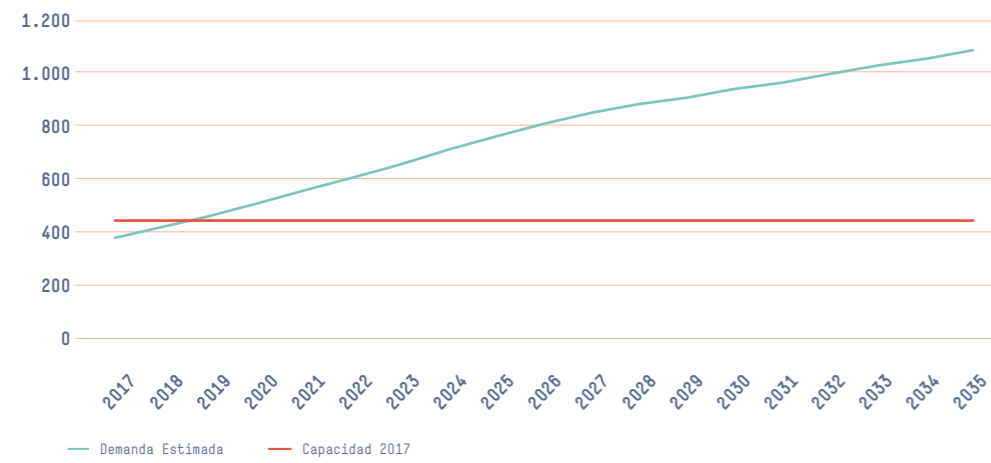
285

### Copiapó





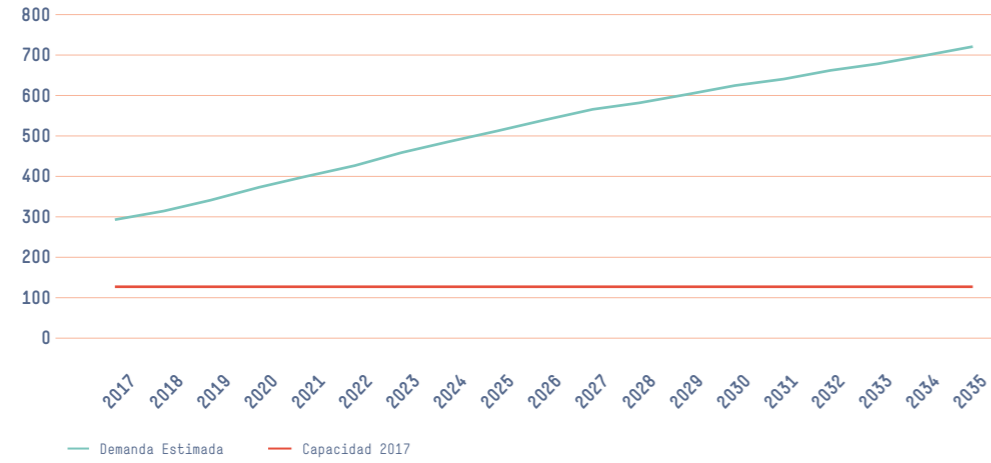
### La Serena



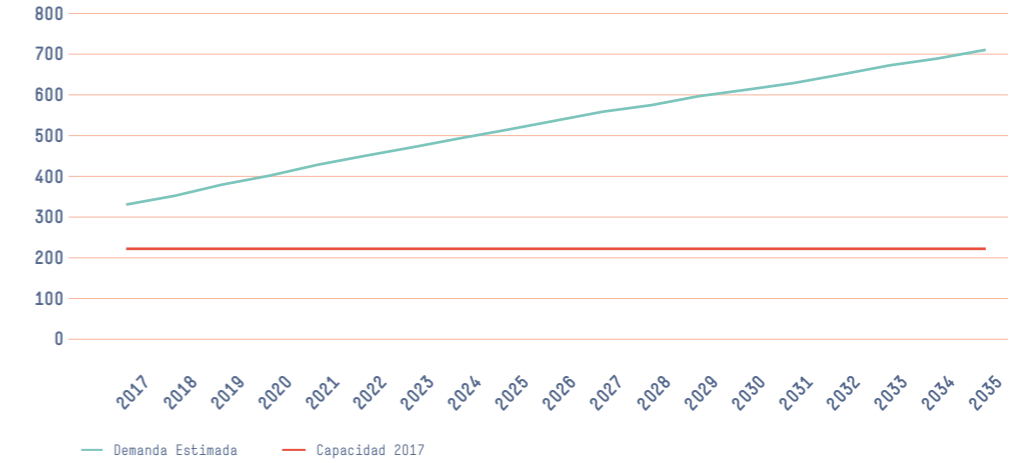
### Temuco



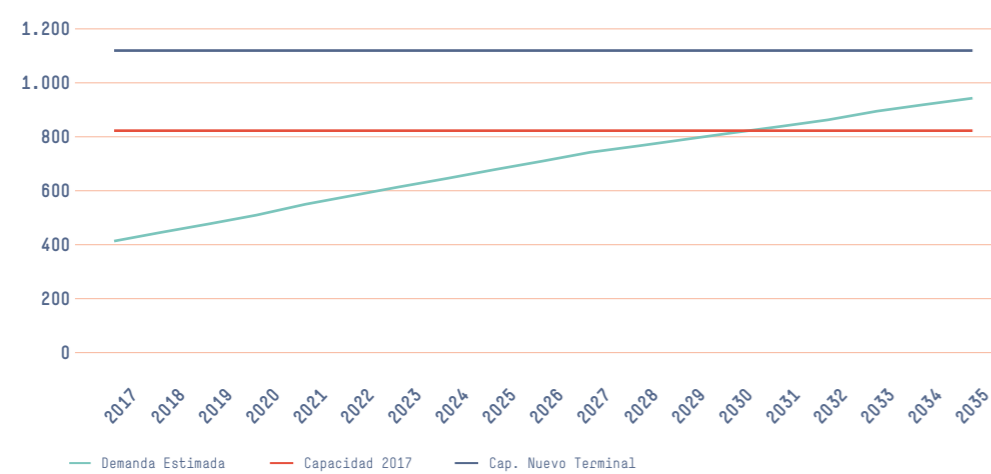
### Isla de Pascua



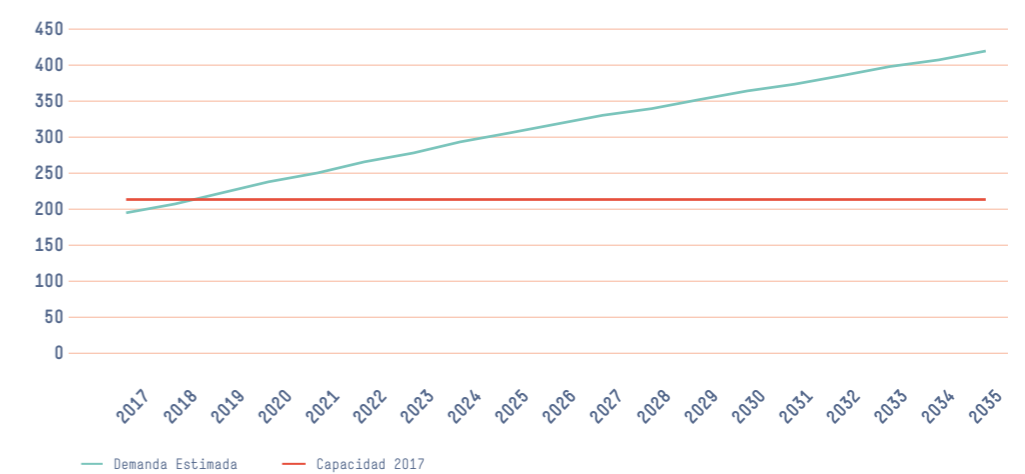
### Valdivia



### Concepción



### Osorno



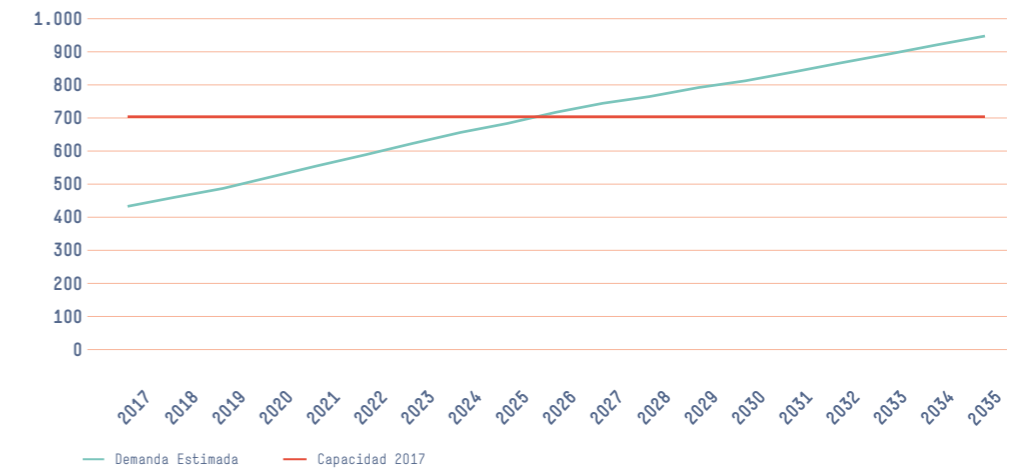
286

287

### Puerto Montt



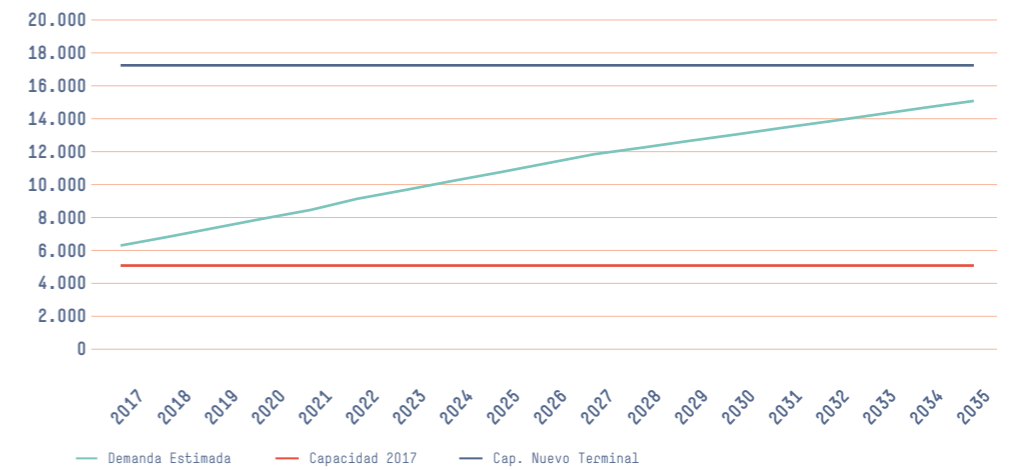
### Punta Arenas



### Castro

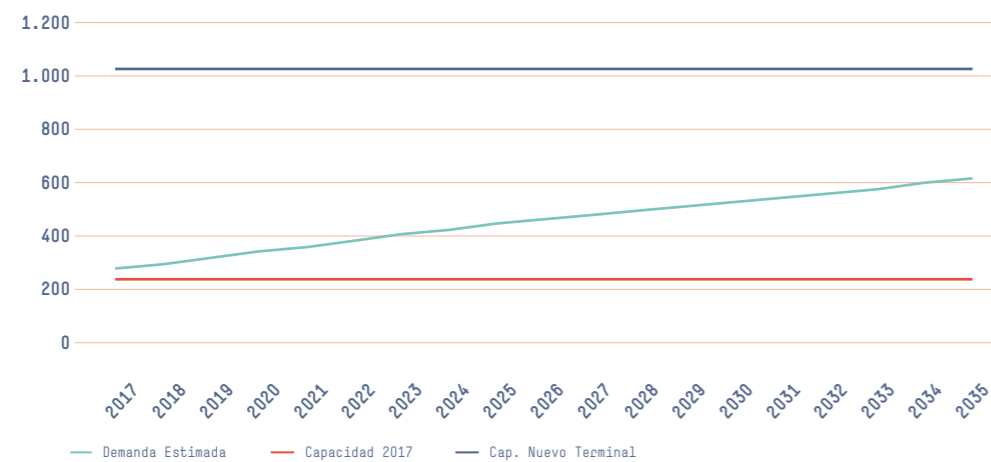


### Proyección pasajeros hora punta (llegadas + salidas) nacionales e internacionales, Santiago y comparación con capacidad 2017 > FIGURA 6.12



Fuente:  
Elaboración propia.

### Balmaceda



288

289

A partir de estas proyecciones se puede estimar el año en que la capacidad de cada terminal debería ser superada.

La Tabla 6.15 muestra el año de corte entre oferta y demanda para cada caso.

**Año en que se supera la capacidad actual (2017) para la hora punta**

> TABLA 6.15

AEROPUERTO	ICD ANTERIOR	ESTIMACIÓN ICD ACTUAL	
		AÑO LÍMITE DE CAPACIDAD 2017	AÑO LÍMITE SEGÚN NUEVOS TERMINALES PROYECTADOS
Arica	2021	2021	- sin proyecto -
Iquique	-	2026	después de 2035
Calama	2026	2020	- sin proyecto -
Antofagasta	2018	2023	- sin proyecto -
Copiapó	-	2020	- sin proyecto -
La Serena	2016	2019	- sin proyecto -
Isla de Pascua	Superada	Superada	- sin proyecto -
Concepción	2029	2031	después de 2035
Temuco	2020	2022	- sin proyecto -
Valdivia	2016	Superada	- sin proyecto -
Osorno	2016	2019	- sin proyecto -
Puerto Montt	2024	2025	después de 2035
Castro	Superada	Superada	- sin proyecto -
Balmaceda	Superada	Superada	después de 2035
Punta Arenas	2024	2026	- sin proyecto -
Santiago	Superada	Superada	después de 2035

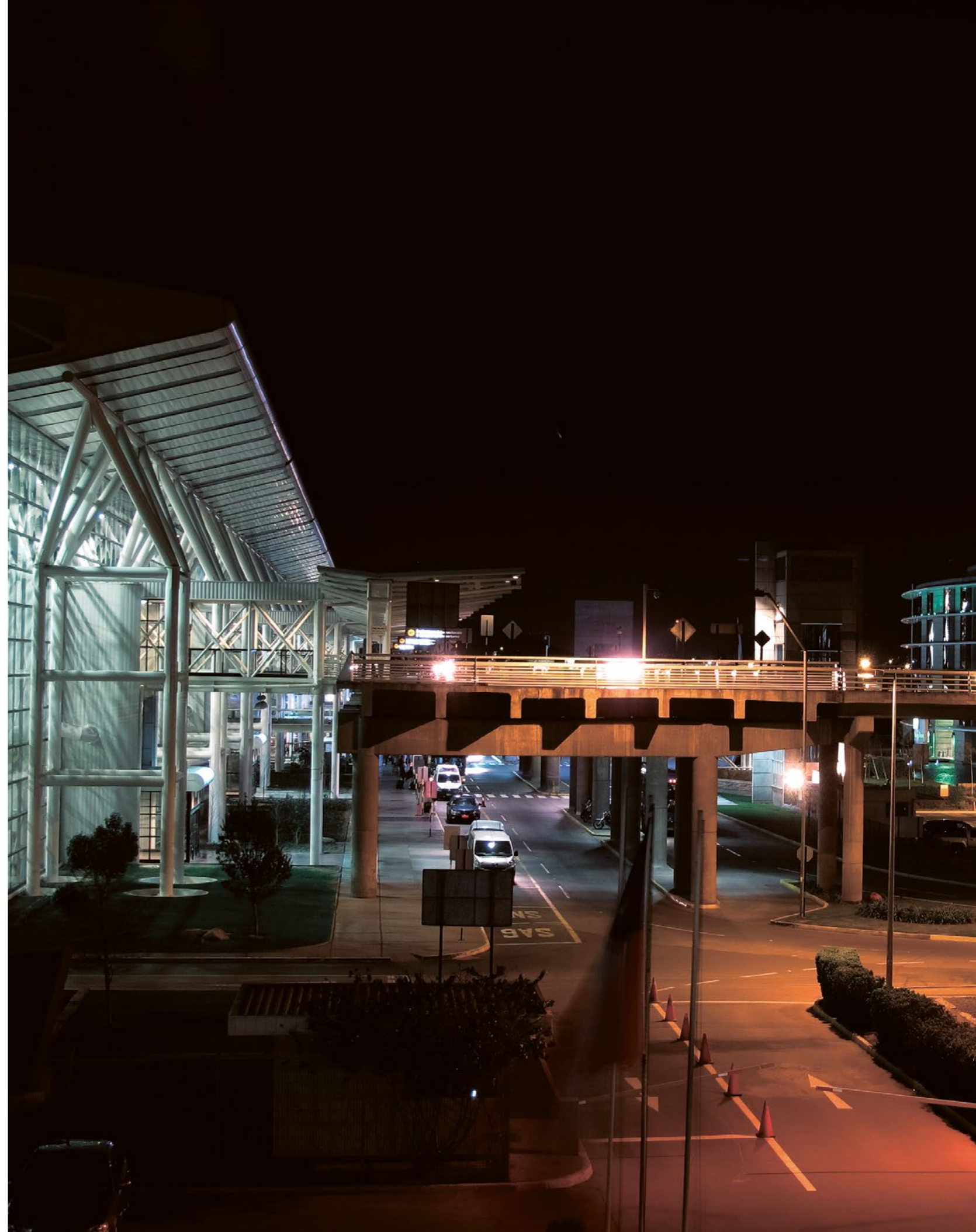
Con respecto a lo informado en el ICD anterior, se observaron dos cambios interesantes, ambos en los aeropuertos de la zona norte:

- Iquique, Calama y Antofagasta: la estimación de demanda del ICD anterior para el año 2017 pronosticó bastante fielmente los flujos efectivos en conjun-

to, sin embargo, la distribución de estos viajes cambió. Antofagasta vio reducida su demanda, mientras que se potenciaron Iquique y Calama.

- Copiapó y La Serena: algo similar ocurre en este caso, en que la demanda en La Serena creció menos de lo previsto, pero se potenció Copiapó.

Fuente:  
Elaboración propia.



## Proyectos de inversión en agenda MOP-Concesiones

De acuerdo a la información oficial del MOP, al año 2017 existen 5 proyectos que están en diferentes etapas de materialización y que cuentan con presupuestos oficiales.

De ellos, el más relevante es el aeropuerto de Santiago, cuya ejecución se estima en alrededor de un 19% de avance respecto del presupuesto total.

### Presupuesto inversiones comprometidas, MOP Concesiones

> TABLA 6.16

AEROPUERTO	ETAPA	PRESUPUESTO POR EJECUTAR (MMUS\$)
Iquique	Licitación	64
Concepción	Construcción	35
Puerto Montt	Licitación	30
Balmaceda	Agenda	27
<b>Subtotal Regiones</b>		<b>156</b>
Santiago	Construcción	620
<b>TOTAL COMPROMETIDO</b>		<b>776</b>

Fuente: Elaboración propia con datos MOP.

## Proyectos de conservación en agenda MOP-DAP

De acuerdo a lo informado por el MOP, el programa de inversiones 2017 de la Dirección de Aeropuertos cuenta con 60 iniciativas en curso, 51 de ellas correspondientes a proyectos en etapa de ejecución. [VER TABLA 6.17](#)

Cabe señalar que los montos presupuestarios asignados a los años 2018 en adelante son decrecientes porque se refieren sola-

mente a los presupuestos de arrastre de los proyectos actualmente en ejecución. Estos proyectos serán reemplazados por otros nuevos una vez finalizados, por lo cual se supondrá que el monto de inversiones a ejecutar anualmente por la DAP se mantendrá durante el período 2018-2027 en niveles similares a lo observado durante los últimos años.

### Presupuesto en ejecución por la Dirección de Aeropuertos del MOP, año 2017

> TABLA 6.17

PROYECTOS EN EJECUCIÓN POR REGIÓN	PRESUPUESTO MOP (MILLONES DE US\$)		
	2017	2018	2019
Arica y Parinacota	0,56	1,14	0,00
Tarapacá	1,15	5,95	0,00
Antofagasta	0,35	0,00	0,00
Valparaíso	0,52	0,02	0,00
Metropolitana	14,99	22,44	2,47
Biobío	1,26	0,56	0,00
La Araucanía	0,52	0,11	0,07
Los Ríos	0,75	0,00	0,00
Los Lagos	6,64	2,95	0,01
Aysén	32,40	1,14	0,00
Magallanes	9,16	0,04	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>68,30</b>	<b>34,37</b>	<b>2,55</b>

Fuente: Elaboración propia con datos MOP.

### Presupuestos 2015 al 2017 en ejecución por la Dirección de Aeropuertos del MOP

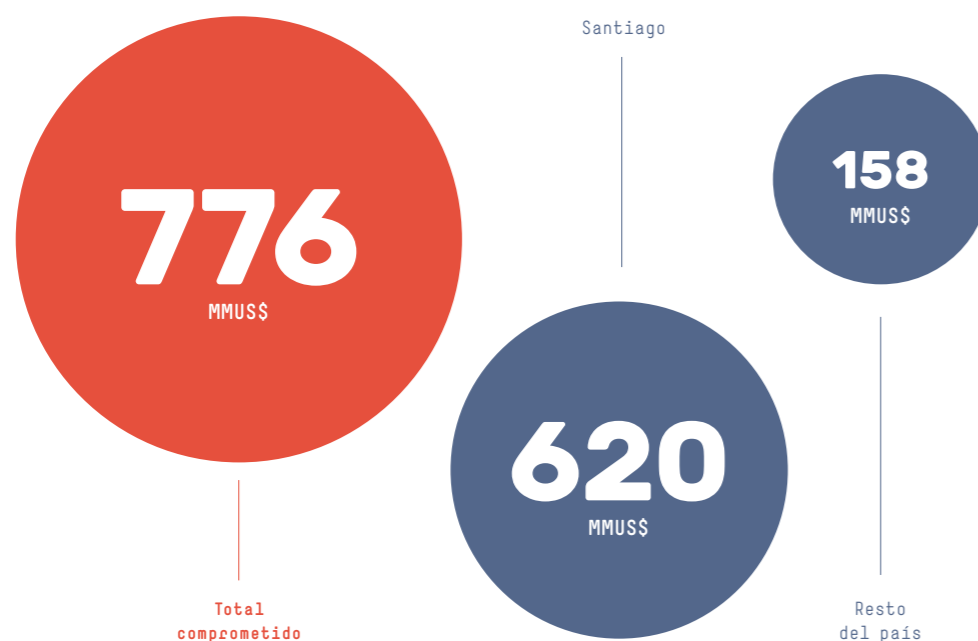
> TABLA 6.18

	2015*	2016*	2017	PROMEDIO
	61,5	62,2	68,3	64,0

\*ICD 2016-2027.  
Fuente: [www.mop.gov.cl](http://www.mop.gov.cl)

Por lo tanto, se puede suponer una inversión de 64 millones de dólares anuales a ejecutar por DAP durante los próximos años.

### Presupuesto por ejecutar



## Inversiones requeridas, sin proyecto oficial

Estas inversiones se han estimado a base de las necesidades de infraestructura proyectadas, con la salvedad de dejar fuera aquellos 5 aeropuertos que ya cuentan con proyectos en proceso de licitación, ejecución o que están en agenda.

Se ha considerado un presupuesto de UF 130 / m<sup>2</sup> de terminal, considerando tanto la obra física como su habilitación completa, con sistemas incluidos, además de nuevas

facilidades como ampliación de zonas de estacionamientos para albergar al mayor número de personas esperadas. La inversión requerida se ha calculado con la superficie necesaria estimada para 2030, con el fin de asegurar una cierta holgura de capacidad.

Considerando lo anterior, se tiene como resultado que a 2022 se requerirían inversiones por US\$81 millones, y a 2027 un total de US\$ 243 millones.

### Presupuesto inversiones requeridas para aeropuertos sin proyecto oficial

> TABLA 6.19

MM US\$	2018-2022	2018-2027
Regiones, sin proyecto	81	243

Fuente:  
Elaboración propia.

## Resumen inversiones

Considerando todas las inversiones, la estimación total alcanza US\$1.177 millones para

el año 2022, y US\$ 1.659 millones en el período 2018-2027.

### Presupuesto inversiones totales, periodo 2018-2027

> TABLA 6.20

MM US\$	2018-2022	2018-2027
Regiones, en agenda MOP	156	156
Santiago	620	620
<b>Subtotal comprometido</b>	<b>776</b>	<b>776</b>
Inversión DAP	320	640
Regiones, sin proyecto	81	243
<b>TOTAL INVERSIONES</b>	<b>1.177</b>	<b>1.659</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

# La mayor presencia de viajeros internacionales duplica el estándar de superficie requerida para que sean atendidos.

Además, la elasticidad demanda-PIB de viajes locales e internacionales está en constante cambio de tendencia, lo que hace necesario revisar las dimensiones de los terminales.

## Recomendaciones de acción

Las principales recomendaciones en el caso de aeropuertos se relacionan con el riesgo que significa la demanda creciendo a tasas altas mientras que la oferta aun no alcanza los niveles mínimos para el servicio en la actualidad.

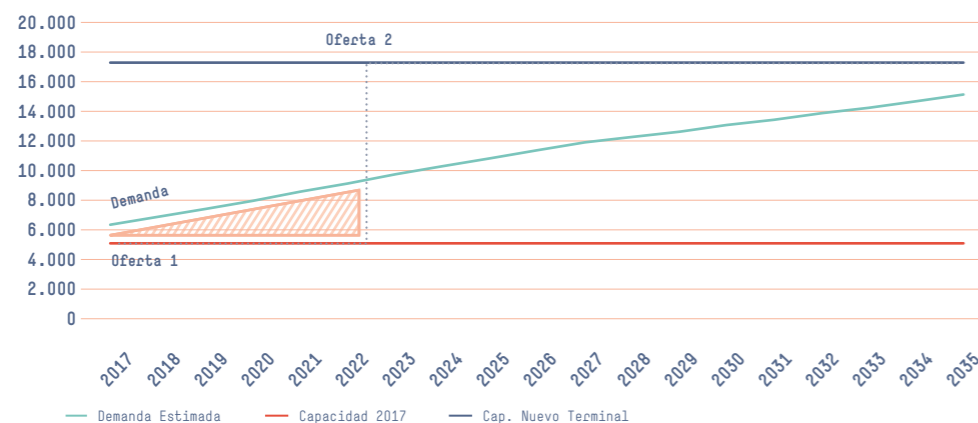
En Santiago, por ejemplo, es posible representar gráficamente esta situación. La Figura 6.13 muestra el comportamiento de la oferta y de la demanda. El área triangular refleja el período de demanda insatisfecha en que necesariamente el servicio será deficiente. Dado que el aumento de capacidad ocurre en "escalón", la falta de capacidad se hace más crítica en forma creciente.

La postergación de proyectos tiene como consecuencia que esta área triangular aumente su superficie y las molestias crezcan en forma exponencial. **VER FIGURA 6.13**

Las recomendaciones son, en consecuencia:

- Anticipar las necesidades de inversión con el plazo suficiente que permita minimizar las molestias a los usuarios (de pasajeros y carga). Para esto se requiere contar con planes maestros de largo plazo, o alternativamente con una instancia que de manera periódica ajuste las proyecciones de demanda y dimensione la capacidad requerida.
- Aun cuando el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones no cumple en la actualidad un rol en la planificación aeroportuaria, la figura institucional más común en el mundo desarrollado es que en este ministerio se concentran las tareas de estimación de demanda y anticipa-

**Brecha de calidad de servicio por estrechez de capacidad. Pasajeros Hora Punta, Santiago.**  
Escenario base > FIGURA 6.13



Fuente:  
Elaboración propia.

ción de necesidades. Así, el Ministerio de Obras Públicas puede avanzar en la concesión de nuevos recintos o ajustes de los existentes de acuerdo con prioridades de servicio, y la Dirección de Aeropuertos se encarga de los aspectos técnicos del diseño y especialmente de las instalaciones para operaciones aeroportuarias.

- Una tendencia que surge recientemente en la planificación del transporte urbano, como resultado precisamente del incremento del transporte aéreo, es la conectividad de los terminales con las ciudades. Así como la planificación portuaria actualmente incorpora los accesos a cada recinto, para asegurar una continuidad adecuada de las operaciones, los aeropuertos requieren asegurar fluidez en el acceso para todos los pasajeros.
- Además de las mejoras de conectividad física, es necesario avanzar en la planificación de modos masivos de transporte entre aeropuertos y ciudades. En Santiago, además de los sistemas de buses, se requerirá en el mediano plazo contar con otros sistemas integrados a la red de transporte público, como metro o algún sistema de alta capacidad. Hasta ahora los proyectos de extensión no resultan rentables debido a que el volumen de pasajeros no es suficiente para justificar la inversión. Aun así, es necesario evaluar el momento más adecuado de materializar un proyecto de conectividad de alto estándar.
- Una preocupación que avanza en las prioridades del mundo desarrollado es el con-

trol de emisiones de CO<sub>2</sub>. Dado que Chile ha suscrito tratados internacionales en los cuales asume compromisos en esta dirección, será necesario analizar el peso que puede tener en el largo plazo la operación de aeronaves comerciales como proporción del total.

- El fortalecimiento de los terminales aéreos como áreas de múltiples propósitos permite mitigar las molestias de la espera de los pasajeros. El diseño de los nuevos terminales debería tener en cuenta esta tendencia especialmente en los aeropuertos de mayor movimiento, puesto que, además, contribuye a la recaudación de ingresos por parte del concesionario.
- El cambio de tendencia de las elasticidades demanda-PIB de viajes domésticos e internacionales, requiere revisar las dimensiones de los terminales. En efecto, una mayor presencia de viajeros internacionales más que duplica el estándar de superficie requerida para su atención, debido a que movilizan más equipaje, generalmente concurren con más de una persona y consumen durante su espera. Es recomendable revisar las proyecciones de demanda en términos de su composición entre ambos grupos y confirmar las dimensiones de las nuevas infraestructuras.
- La operación de líneas aéreas de bajo costo entre capitales regionales, en pares origen-destino que no eran atendidos por las líneas tradicionales, abre nueva demanda que debe ser considerada en la provisión de los servicios.

## Resumen

**US\$  
1.177**

millones se requieren de inversión en infraestructura para el año 2022 en Chile.

y US\$ 1.659 millones en el período 2018-2027.

Se estima que 33 millones de pasajeros recibirán los aeropuertos de país en 2017.



Entre los años 2006 y 2016 la mayor parte de los terminales chilenos ha visto duplicada e incluso triplicada su carga de pasajeros.

**2,75**

veces se ha incrementado el total de pasajeros en Santiago, entre los años 2006 y 2016.

**50%**

de la demanda nacional en regiones está concentrada en 4 aeropuertos: Iquique, Calama, Antofagasta y Puerto Montt.



**4**

aeropuertos ya han superado su capacidad: Isla de Pascua, Valdivia, Castro y Balmaceda.

**3**

aeropuertos están al borde de superarla: Copiapó, La Serena y Osorno.



**PUERTOS**



# Resumen ejecutivo

En el ámbito de la infraestructura, probablemente sea en los puertos donde se debe enfrentar mayores desafíos de cambio y donde las respuestas se requieren con mayor urgencia debido a lo extenso de los plazos de ejecución de los proyectos. Una amplia gama de factores los afectan simultáneamente. El cambio en el tamaño de las naves, la disponibilidad de nuevas tecnologías para manipulación y seguimiento de la carga, los cambios en las energías de propulsión de los barcos, las restricciones de algunos mercados que avanzan hacia el proteccionismo, las agendas ambiental y de género, los cambios en los hábitos de consumo y las innovaciones en el campo de la logística, son solo algunas de las tendencias que deben ser consideradas en la planificación portuaria.

Cada vez más el recinto portuario se expande hacia el interior, principalmente a través de la provisión de servicios de carga y la habilitación de áreas de respaldo que permiten incrementar el movimiento en los muelles aunque el espacio interior sea limitado.

Junto con todo lo anterior, las fuentes más calificadas de la industria anticipan que la carga seguirá siendo protagonista en la demanda por instalaciones portuarias especializadas, en todo el mundo. Las proyecciones en rutas globales prioritarias muestran crecimiento, pero también incertidumbre. La posibilidad de que China vuelque su aparato productivo a satisfacer principalmente la demanda interna, y el impacto no previsto del Brexit en el comercio mundial, agregan

aspectos aún no resueltos que dificultan la elaboración de escenarios de largo plazo. En el caso de Chile, existen dos temas principales de discusión, propios de la realidad local:

- La estimación de demanda para los puertos de la macrozona central, que determina la urgencia de disponer de mayor capacidad en un plazo determinado,
- La creciente necesidad de fortalecer el marco institucional de manera que sea posible mejorar la eficiencia de las cadenas de carga eliminando costos y tiempos que podrían reemplazarse por operaciones automatizadas y transferencia electrónica de datos.

Este capítulo se dedica principalmente al primero de los puntos, asumiendo que el segundo es un tema pendiente para el cual existen abundantes propuestas de mejora que necesitan ser implementadas, priorizando la acción por sobre nuevos diagnósticos que, a estas alturas, no aportarán más antecedentes.

La proyección de demanda se realizó conservando la tendencia prevista en el Plan Nacional de Desarrollo Portuario publicado en 2013, ajustándola a las estadísticas obtenidas en los últimos dos años. Se observa un desplazamiento de las curvas en casi todos los casos de los puertos del Estado, como consecuencia de la menor actividad económica, lo que genera holgura de algunos años para contar con la nueva infraestructura en operación. En cualquier caso, se trata de

\*Considera las inversiones en curso y una inversión de US\$ 2.400 millones en el Puerto de Gran Escala en lugar de lo previsto por los puertos de Valparaíso y San Antonio.  
Fuente: Elaboración propia.

desfases de pocos años, por lo que la necesidad de nueva capacidad se mantiene en rangos muy similares a los estimados en el ICD 2016-2025.

En términos de las inversiones esperadas, la Tabla 7.1 muestra el resumen de las cifras, considerando los montos correspondientes a nueva infraestructura en la Región de Valparaíso.

## Inversión requerida en el sistema portuario del Estado

> TABLA 7.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTOS A FUTURO (MMUS\$)	
	2018-2022	2018-2027*
Zona Norte	541	751
Zona Centro	388	4.418
Zona Sur	60	73
<b>TOTAL</b>	<b>989</b>	<b>5.242</b>

A la fecha de publicación de este informe, el Gobierno ha comunicado la decisión de construir el Puerto de Gran Escala en San Antonio. Dado que la macrozona requiere un aumento de capacidad distribuido entre San Antonio y Valparaíso para mantener un mejor nivel de competencia entre puertos y para contar con respaldo suficiente en caso de necesidad, se ha mantenido abierta la posibilidad de que la inversión corresponda a crecimiento en ambas localizaciones.

Respecto a los avances previstos en el ICD 2016-2025 y su materialización, descon-

tando los montos que corresponden a las inversiones de gran escala y ampliaciones de capacidad de mayor magnitud, la previsión de aproximadamente US\$2.600 millones, avanzó en un monto cercano al 50%, es decir, aproximadamente US\$1.300 millones, incluyendo todos los proyectos que entraron en fase de aprobación y estudios. Así, a las inversiones mayores, se agregan US\$1.300 millones de obras que iniciarán su materialización con desfase respecto al plan original previsto en 2015, lo que resulta en la cifra total presentada.

# Reseña del Sector

## La carga marítima en la actualidad

El International Transport Forum (ITF) es el órgano técnico especializado en transporte en la OCDE. Entre sus ámbitos de trabajo se encuentra la publicación del documento Transport Outlook, cada dos años. En su edición 2017, anticipa que el transporte de carga en el mundo se triplicará hacia 2050, y que más del 90% de esa carga se movilizará por mar. Esto confirma el rol prioritario que tiene el sistema portuario internacional en el comercio del mundo.

Un 80% del comercio mundial y 70% de su respectivo valor, se traslada actualmente por vía marítima. En octubre de 2017, la Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo, Unctad, publicó el informe Review of Maritime Transport 2017<sup>1</sup>, que comprende una profunda revisión de la situación del sector, desde sus condiciones actuales hasta las proyecciones.

En síntesis, los siguientes temas reflejan la situación de la industria en el mundo:

- La tasa anual de crecimiento de 3% que se había mantenido estable durante las últimas cuatro décadas, bajó a 2,8% (recuperándose de una caída a 1,8% en 2015). Las nuevas proyecciones anticipan una recuperación del crecimiento sectorial, volviendo a los rangos de 3% entre 2018 y 2022. Se espera que el mayor crecimiento se observe en carga de contenedores y graneles sólidos, estos últimos representando el mayor aumento.
- Un efecto que muestra consistencia es la reducción de la elasticidad de la demanda respecto al PIB, volviendo a un nuevo ciclo. En efecto, mientras en el período

1970-1985 la elasticidad demanda-PIB fue 1,3, alcanzó 2,2 entre los años 1986 y 2000, 1,3 en los años 2000-2007 y 0,7 entre 2008 y 2013.

- La menor inversión observada pudo contribuir a este efecto. Pero también la cantidad de medidas restrictivas que en el caso de los países G20 -se mantienen en el rango de 1.200- número que volvió a aumentar después de haber reducido unas 400 entre 2008 y 2016.
- La carga movilizada en el mundo alcanzó 10,3 billones<sup>2</sup> de toneladas en 2016, lo que incorpora 260 millones de toneladas adicionales, la mayor parte correspondiente a transporte de combustibles.
- El escenario de mediano plazo presenta aspectos positivos y negativos. Entre aquellos que favorecerán a la industria se encuentran nuevos acuerdos comerciales de alto impacto, como el suscrito recientemente entre la Unión Europea y Japón y entre esta misma comunidad y Canadá. Los riesgos surgen del Brexit, cuyo resultado en el comercio global se desconoce, del rumbo aún incierto que tome la economía de Estados Unidos, y de la evolución de la economía de China, que se vuelca ahora hacia su demanda interna, con un potencial debilitamiento del intercambio internacional de mercaderías.
- La Agenda para el Desarrollo Sustentable<sup>3</sup> (Addis Ababa, 2017) se considera un imperativo en cuanto a su cumplimiento.
- La agenda de género comienza a aparecer en los documentos formales de la industria. Se plantea la necesidad de balancear la presencia masculina y femeni-

1. Review of Maritime Transport. United Nations Conference on Trade and Development. 2017

2. Billones en la nomenclatura anglosajona, es decir, mil millones, o 1x10<sup>9</sup>.

3. Addis Ababa Action Agenda for the 2030 Sustainable Development. 2017. Maritime Transport.

na, en un sector en que tradicionalmente la participación de las mujeres ha sido limitada o inexistente. La sustentabilidad de la industria también incorpora esta preocupación en la agenda, para atraer más posiciones ejecutivas, de las que solo 9% son ocupadas por mujeres en el total mundial.

- También en el plano de la sustentabilidad, el uso de gas natural como combustible en el transporte marítimo, aparece como tendencia con alto potencial de crecimiento, puesto que, además de contribuir a la meta de reducción de emisiones, logra reducir costos.
- El equilibrio oferta-demanda se mantiene aún como un tema relevante. La sobre-capacidad generada durante los últimos años, debido a que la oferta aumentó más que la demanda, significó pérdidas agregadas para la industria naviera en el rango de USD 3,5 billones en 2016. Se proyecta un mejor escenario en 2017, aunque se

mantendrán las restricciones de tarifas y necesidad de reducir costos. El ajuste se transforma en una prioridad para estabilizar el mercado del transporte marítimo y recuperar niveles de rentabilidad razonables. De esta misma situación surge un nuevo riesgo: la hiper-concentración de operadores en el mercado y la limitación a la competencia. Se requiere monitorear de cerca la evolución de esta situación y especialmente, fiscalizar con regularidad la forma en que se desarrollan las transacciones. Es posible que incluso sea necesario modificar, a nivel mundial, la regulación que controla a estos consorcios y a todos los agentes involucrados en la cadena de transporte.

- En la búsqueda de eficiencia, se identifica la necesidad de organizar las actividades de transporte para mejorar el rendimiento. Infraestructura insuficiente, pocas economías de escala, instalaciones inadecuadas y limitaciones de com-

**80%**  
del comercio mundial se traslada actualmente por vía marítima.



petitividad, afectan los costos y perjudican en especial a los países en desarrollo. El riesgo mayor en este escenario es para las economías pequeñas y no desarrolladas, que no tendrán capacidad para ser contraparte de grandes empresas cuya presencia es virtualmente monopólica.

- Los costos de transporte representan una proporción alta del total de los despachos, alcanzando aproximadamente 15% del valor total de las importaciones. Sin embargo, las economías más precarias y subdesarrolladas llegan a pagar montos equivalentes a 22% de su monto total importado.
- La infraestructura portuaria adquiere un rol clave en las mejoras de eficiencia. Ya no se trata solo de mostrar índices competitivos de operaciones portuarias (típicamente medidas en número de contenedores despachados por hora). Se requiere considerar además: alto nivel de servicio, confiabilidad, promoción comercial, seguridad de personas y bienes, protección ambiental e inclusión social. Los puertos están obligados a desarrollar iniciativas que favorezcan el uso de su infraestructura, mediante la incorporación de tecnología y la recolección masiva de datos que facilite los procesos de análisis y la definición de los servicios.
- La presión de las compañías navieras por acomodar buques de enormes dimensiones, debe ser analizada cuidadosamente. Esto, debido a que justamente por la sobrecapacidad mencionada antes, las inversiones adicionales asociadas a la operación de naves de gran tamaño no siempre está asociada a un mayor volumen de carga movilizada. Así, resultan puertos que operan en la práctica el mismo volumen de carga tras haber hecho una inversión adicional sustantiva para recibirlos en sus nuevas dimensiones. Este punto es particularmente importante en el caso de los puertos terminales con volúmenes de carga transferida pequeños en la escala mundial.



- La conectividad toma un rol central. Lo que hasta poco tiempo atrás era una consecuencia de la operación de un puerto –por su naturaleza un terminal está obligado a contar con vías de comunicación– en la actualidad es un requerimiento para competir exitosamente en el mundo. La existencia de redes físicas y de relaciones institucionales, permitiría hacer sostenible el crecimiento y especialmente, agregaría eficiencia a las operaciones en la medida que sea posible unir múltiples orígenes y destinos. En este contexto, se señala que las restricciones al cabotaje actúan en muchos casos como un impedimento para lograr el potencial de eficiencia mencionado.
- La competencia interportuaria es también un elemento fundamental para alcanzar altos grados de eficiencia. Esta competencia puede ocurrir entre puertos nacionales o de países vecinos, y se fortalece en la medida que cada puerto cuente con la red interior de acceso que facilite la movilización de mercaderías en forma ágil y a costos competitivos. Es necesario mejorar los alcances de la regulación de estas redes, para protegerlas de comportamientos monopólicos o distorsiones que perjudiquen a los generadores de la carga y al sistema portuario.
- Una condición indispensable para lograr las redes eficientes indicadas en el párrafo previo, es la modernización de los servicios de aduanas y en general de los organismos encargados de la fiscalización y control de la carga. El impacto de la automatización sobre los costos de transacción explica la importancia de avanzar en esta dirección.

En resumen, a pesar de las perspectivas de crecimiento, la industria del transporte marítimo aún enfrenta una situación restrictiva en términos de su equilibrio económico, lo que presiona hacia la eficiencia en los puertos y sus servicios asociados. El desafío para los puertos se amplía, desde las tasas de servicio de la transferencia, hacia calidad en todas las prestaciones. La habilitación de un sistema de conexiones seguras y confia-

bles en conjunto con la automatización de los sistemas de fiscalización y control, ocupan un rol clave en el logro de los objetivos de crecimiento y de sustentabilidad del sector, en el mundo.

La capacidad continúa aumentando. Casi todas las categorías de barcos incrementarán su presencia en el mercado, o se mantendrán en el mismo nivel actual. El mayor incremento se espera en los buques-tanque de gas y petróleo, con 9,7% y un 5,8% de crecimiento en un año respectivamente.

En cuanto a la infraestructura, el impacto de la sobrecapacidad genera un riesgo de desbalance entre las inversiones realizadas para aumentar capacidad de servicio a buques grandes, y la rentabilidad producida por la carga movilizada que podría no incrementarse en la misma proporción.

### Las instalaciones portuarias

La revisión de tendencias en infraestructura portuaria muestra que continúa la prioridad que se asigna al transporte de grandes volúmenes (lo que tenderá a acentuarse por la necesidad de obtener economías de escala), y la gestión integrada de sistemas portuarios más que unidades individuales.

Las siguientes observaciones pueden extraerse de una revisión del contexto global en que se desarrolla la industria:

- Los 10 principales puertos del mundo se encuentran en Asia. Lidera la lista el puerto de Shanghái en China, que moviliza anualmente 37,1 millones de contenedores. En el último lugar de esta lista está el puerto de Santos, en Brasil (el primero de América Latina), con 3,6 millones de contenedores movilizados. Actualmente, el 80% de la capacidad portuaria mundial pertenece a operadores privados y el 20% restante a instalaciones estatales.
- Los mayores proyectos de expansión portuaria se anticipan en África, a partir de inversiones chinas en terminales para contar con redes de distribución hacia el continente (y acceso a materias primas).

4. Herrera Dappe and Suárez Alemán, 2016.

5. Arvis et Al., 2010.

**Los 10 principales puertos del mundo se encuentran en Asia. Lidera la lista el puerto de Shanghái en China, que moviliza 37,1 millones de contenedores al año.**



- Los mejores índices de rotación se registraron en Singapur (0,5 días), Hong-Kong (0,72 días) y Shanghai (0,79 días). Los puertos de Asia han superado a los de Europa en cuanto a rendimientos, posiblemente debido a que operan 24 horas y han incorporado altos niveles de automatización. La mejora de eficiencia es crítica para lograr reducción de costos. Estudios recientes<sup>4</sup> demuestran que, aumentando la eficiencia de un puerto en 0,1, en una escala de valoración que va de 0 a 1, puede reducir el costo del transporte marítimo en 2,3%. Asimismo se ha comprobado<sup>5</sup> que sobre el 50% del tiempo de transporte terrestre entre el puerto y su *hinterland*, en el caso de corredores con capacidad restringida, se consume en el propio puerto. Urge contar con información clara y desagregada de los componentes de costos en el transporte marítimo, incluyendo, naturalmente, todas las etapas.
- Uno de los esfuerzos más importantes relacionados con la gestión portuaria en el mundo desarrollado, es la generación de nuevos índices de rendimiento y la instalación de sistemas de reporte especializados. Ambos son herramientas clave para la planificación.
- Asimismo, reducir las cargas administrativas y optimizar los procesos internos, es urgente para lograr que los puertos produzcan los beneficios que hemos comentado antes. La seguridad, por otra parte, es indispensable para dar continuidad a la provisión de servicios, dada la creciente vulnerabilidad de las instalaciones y maquinaria.
- La creación de comunidades portuarias que logren una red sólida de integrantes, es una de las formas más efectivas de brindar soporte a operaciones en caso de emergencia e interrupción.
- Finalmente, en cuanto a regulación, el foco está puesto en precisar claramente los alcances del modelo de gestión de cada puerto (concesión, *landlord* u otro), en mitigar las amenazas informáticas y en prevenir ataques piratas y terroristas, similares a las que han afectado a ciudades europeas.

## Posicionamiento de los puertos chilenos

Diferentes indicadores permiten conocer la forma en que el sistema portuario nacional se compara con sus equivalentes en el mundo. La mayor parte de los índices aplica especialmente a las empresas portuarias que atienden la carga de importación y exportación, ya que en ellas el volumen movilizado puede compararse con casos internacionales.

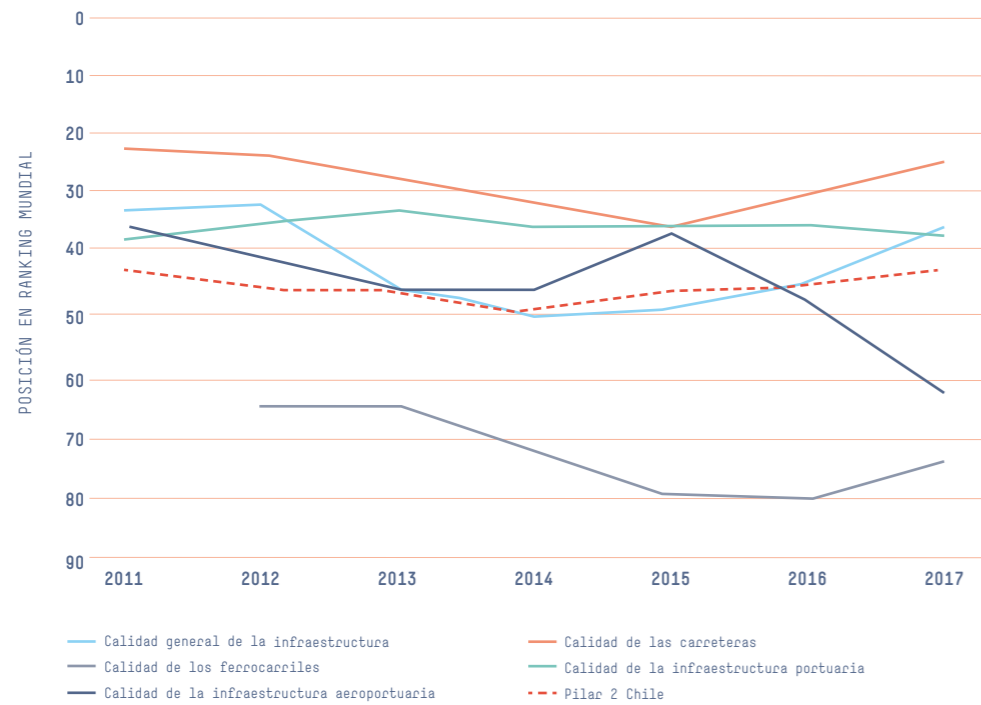
Al observar la evolución del índice de competitividad publicado por el Foro Económico

Mundial<sup>6</sup>, no se observan avances de nuestro país en el ranking general (se mantiene en términos globales en el lugar 33 entre 152 países). El valor que determina ese lugar en la lista se calcula a través de un conjunto de 12 factores que incluyen la infraestructura entre los 4 requerimientos básicos de competitividad. A su vez este indicador se compone de la contribución de cada sector, como se muestra en el gráfico siguiente:

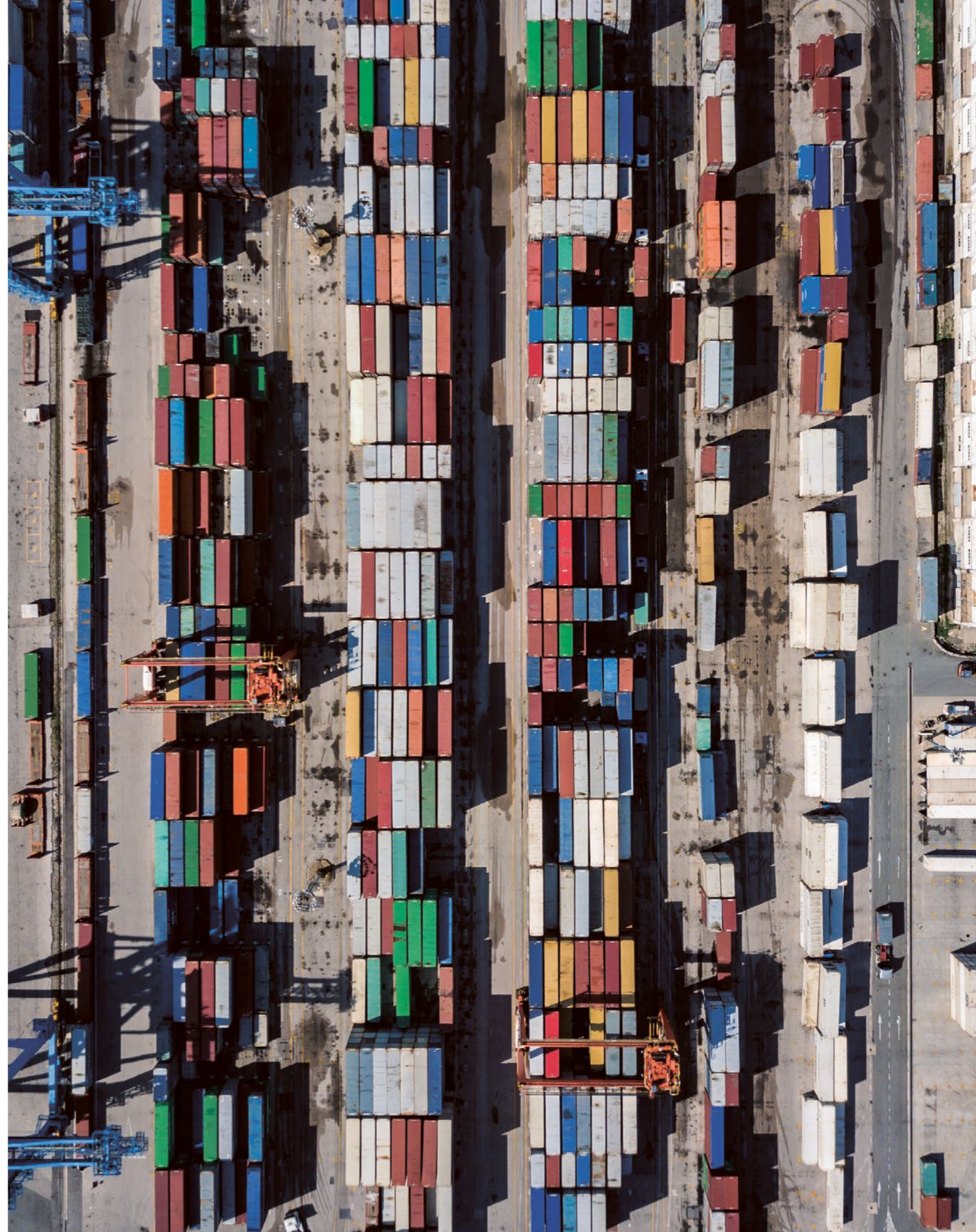
6. World Economic Forum. The Global Competitiveness Report. 2017-2018.

### Evolución de Chile en el ranking de competitividad WEF, por componente.

> FIGURA 7.1



Fuente: World Economic Forum, The Global Competitiveness Report, 2017-2018.



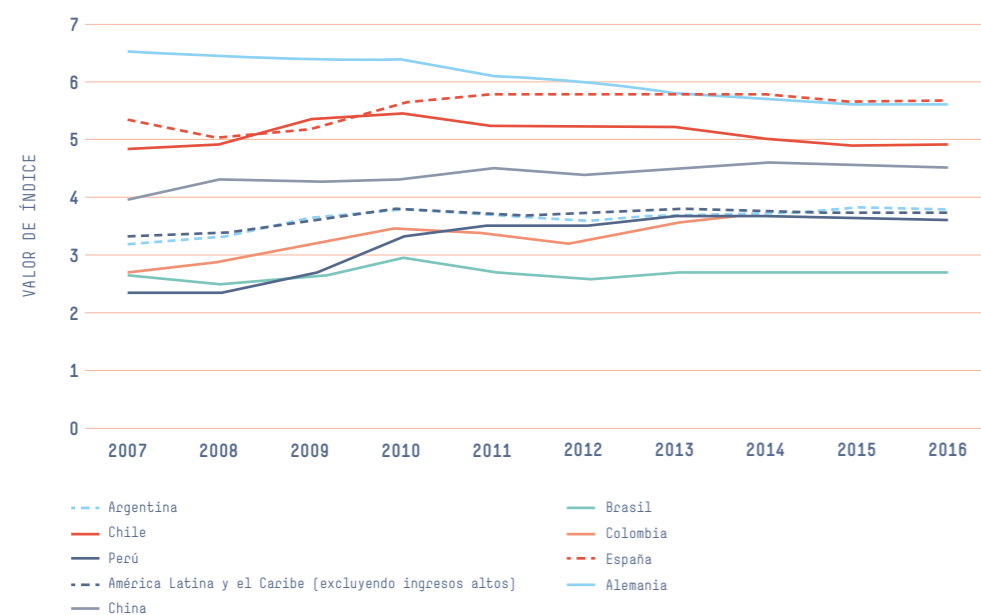
Entre 2014 y 2017, Chile avanzó 8 lugares en el índice global de infraestructura, con una contribución positiva de la vialidad y de la calificación general. Sin embargo, en el detalle por sector, se observa que en los casos de puertos y aeropuertos, nuestro país desciende en el ranking respecto al informe anterior. Ferrocarriles, independientemente de su mejora en el último año, todavía actúa negativamente en la posibilidad de alcanzar un mejor posicionamiento. Y, en el caso de aeropuertos, es posible que hasta con contar con nueva infraestructura en el principal aeropuerto, el índice continúe deteriorándose. Este conjunto de efectos muestra con claridad la importancia de realizar oportunamente las inversiones que inciden de manera directa en la competitividad de nuestra economía.

La figura siguiente muestra la evolución del Índice de Calidad de la Infraestructura Portuaria. Chile mantiene una posición de ventaja respecto a otros países de la región, sin embargo, aún no alcanza los niveles de países europeos como España, que logra en general un buen posicionamiento en todos los ámbitos de infraestructura, o Alemania, que se sitúa consistentemente en los primeros lugares de competitividad.

Considerando el valor del índice, que refleja la valoración directa de cada uno de los atributos medidos, se observa en la figura siguiente que la infraestructura portuaria de Chile se encuentra en torno a 5, para una medida que alcanza un máximo de 7. En estas condiciones, el resultado de Chile se acerca más a los países desarrollados que al promedio de América Latina, que aún no alcanza un puntaje de 4.

### Evolución del Índice WEF de Calidad de la Infraestructura Portuaria.

> FIGURA 7.2



Fuente: World Economic Forum, The Global Competitiveness Report, 2017-2018.

7. <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf>

**A nivel latinoamericano, la calidad de la infraestructura portuaria chilena es una de las más destacadas, siendo similar a la de países desarrollados. No obstante, en los últimos años, no presenta variaciones considerables.**

La evolución del índice muestra una caída desde 2010, explicable por los daños que el terremoto de ese año produjo sobre la infraestructura en general, sin embargo, luego de estabilizarse, el indicador ha vuelto a caer entre 2014 y 2016.

En síntesis, la posición relativa de Chile no ha logrado repuntar durante en los últimos años, manteniéndose su evaluación en un nivel de 4,9, el mismo que mostraba en el año 2008. Aun cuando los términos relativos de la comparación han cambiado, y la misma valoración obviamente no refleja que las condiciones no hayan variado (de hecho las concesiones adjudicadas y nuevos proyectos son evidencia de ello), la capacidad para competir en mejores condiciones con las instalaciones del mundo desarrollado, y la contribución de los puertos a la medida total de competitividad del país, son aún insuficientes. Mantener un buen posicionamiento respecto a América Latina es una ventaja, sin embargo, es necesario considerar también que otros puertos de la región – como Santos en Brasil- a pesar de situarse en un promedio del país inferior al de Chile, cuentan con enormes ventajas de conectividad y volúmenes transferidos, que les permiten competir en los mercados internacionales.

La revisión del contexto mundial y de la posición relativa de Chile, muestran algunos desafíos para fortalecer la competitividad en particular, en el sector portuario:

- Como ya es habitual en este tipo de análisis, se requiere generar ventajas desde el ámbito operacional, simplificando procesos, incorporando tecnología a la gestión de la carga y facilitando la conexión entre las partes.
- Mantener un control estricto de los costos asociados a cada parte de las operaciones. La sobrecapacidad actual de los buques portacontenedores, para cuya atención se ha invertido en nueva infraestructura, puede traducirse en mayores costos, que en el caso de Chile son inevitables debido a la dependencia de la oferta de naves de línea que optimizan sus recorridos. Entonces es necesario mantener indicadores detallados de cada componente de costos y establecer medidas de ajuste que protejan la estabilidad financiera y la continuidad de las empresas.
- Tres tendencias concentran la atención en la planificación de inversiones, especialmente para el largo plazo, según todos los organismos internacionales que dan seguimiento a estos temas:
  - La implementación de medidas que respondan a los compromisos de cambio climático que Chile adoptó en el marco del Acuerdo de París<sup>7</sup>. Los contenidos y alcances han tenido escasa difusión en Chile, pero ocupan los primeros lugares entre las condicionantes del de-

sarrollo. Todos los planes estratégicos de transporte de países OCDE líderes en el crecimiento económico mundial, tienen como objetivo central el control de emisiones de CO<sub>2</sub> y la reducción de la temperatura mundial. El transporte marítimo no está ajeno a esta tendencia y el crecimiento del transporte de combustibles diferentes del petróleo es una señal de la preocupación de los operadores por ajustarse a las nuevas restricciones.

- Los riesgos asociados a la seguridad, que comprenden una amplia gama de categorías, entre las que dominan los ataques terroristas, la delincuencia que afecta el traslado de mercadería y los riesgos informáticos. Todos ellos pueden tener alto impacto en las opera-

ciones de comercio internacional y se incorporan con fuerza en la construcción de escenarios de mediano y largo plazo.

- La ocurrencia de eventos climáticos que produzcan alteraciones significativas en las operaciones. En el caso de los puertos, esta situación obliga a revisar las estimaciones de capacidad operativa real que cada instalación tendrá disponible en una temporada. En efecto, el aumento de frecuencia de eventos de riesgo climático obliga a que esta variable forme parte de la planificación formal, más allá de un escenario probable, debido a sus implicancias directas sobre los ingresos de la operación y sobre los costos de posibles reparaciones y mitigaciones.

## Cabotaje

El servicio marítimo entre puertos nacionales ha sido largamente discutido y en Chile se encuentra restringido a operadores locales, sin permitir acceso a la capacidad de transporte que podrían tener disponible las naves extranjeras que operan en puertos nacionales.

Existe evidencia para sostener que en general los países con largas líneas de costa o islas, tienden a contar con buena conectividad marítima debido a que cuentan también con un número abundante de puertos. La configuración geográfica es determinante en la existencia y el potencial del cabotaje. Por ejemplo Alemania, en que los buques recalán solo en uno de los grandes puertos, pero no en los dos más importantes, es diferente de Brasil, en que los barcos de línea necesariamente llegan a más de un punto como resultado de las características geográficas del país.

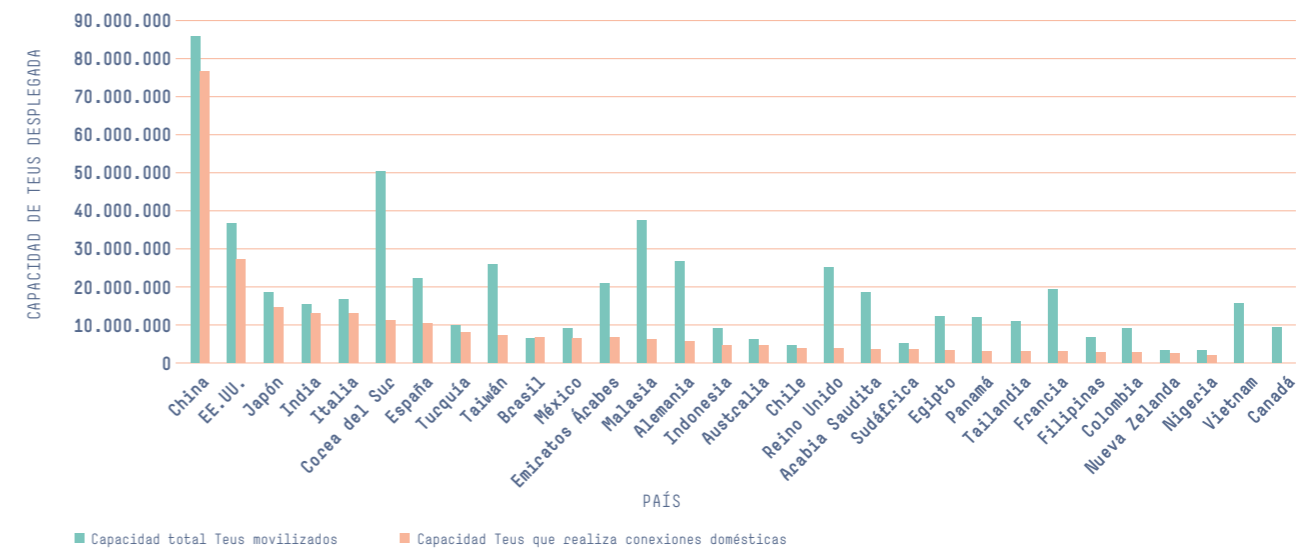
La Unctad, en su informe sobre transporte marítimo 2017, muestra cifras que permiten entender el potencial de transferencia in-

terna en diferentes países. En efecto, si por ejemplo la capacidad total movilizada, medida en Teus es igual a la capacidad que realizó recaladas domésticas, puede deducirse que, al cerrar el cabotaje, el país deja de usar un potencial de transferencia que ya existe, puesto que se asocia con las rutas internacionales.

La figura siguiente muestra los casos de diferentes países. La primera barra representa el volumen total de transferencia disponible registrado en Teus. La segunda barra refleja la proporción de ese volumen que podría movilizar carga entre puertos nacionales. Así, mientras más parecidas sean las cifras, es más probable que se esté dejando de usar una alternativa para la distribución doméstica. Para Chile, el indicador revela que el 86% del total que actualmente opera en los puertos chilenos, sería potencialmente elegible para proveer servicios de cabotaje sin alterar sus itinerarios. Esta cifra agrupa el total, y puede contener una distorsión producida por

## Servicios de transporte de contenedores, domésticos y total

> FIGURA 7.3



Fuente: Unctad.

las operaciones de carga de Puerto Montt al sur. No obstante, la mayor parte de la carga de contenedores (que es la base para esta cifra), se moviliza en el resto del territorio.

Para los nuevos patrones de movimiento de carga, que cubren rutas internacionales y luego requieren distribución nacional, surgen diversos roles en puertos locales que a pesar de su tamaño limitado, sirven de punto de conexión para otros países. Tal es el caso de Uruguay respecto de Argentina, o Colombo con India.

Por esta razón es que China ha liberado el cabotaje, abriendo nuevas rutas y multiplicando las posibilidades de acceso entre puntos de fabricación y mercados de consumo. Aunque todavía se mantiene la restricción de propiedad de las naves, se ha liberado la condición bandera China para la provisión de servicios dentro de su territorio.

En la misma línea, India ha liberado las restricciones con el objetivo de trasladar parte del movimiento de carga de las carre-

teras al modo marítimo, lo que requiere activar puertos de intercambio y utilizar la capacidad disponible entre recaladas, independiente de la bandera de la nave.

Malasia ha abierto el cabotaje como un mecanismo para reducir costos y fortalecer la competitividad de sus exportaciones. En efecto, dado el tamaño de su mercado y la longitud y costo de sus cadenas logísticas internas, es una medida de mayor oferta y más competencia, que se traduce en mejores precios para productores y consumidores locales.

Nueva Zelanda logró importantes reducciones de costos de transporte interno autorizando a los barcos internacionales para realizar transporte entre puertos nacionales, siempre que sea parte de una ruta internacional previamente fijada, es decir, no se abre a todo evento a operadores internacionales, pero hace uso optimizado de la capacidad que circula en los barcos que transfieren la carga de comercio exterior del país.

# Situación actual y diagnóstico

## Carga transferida

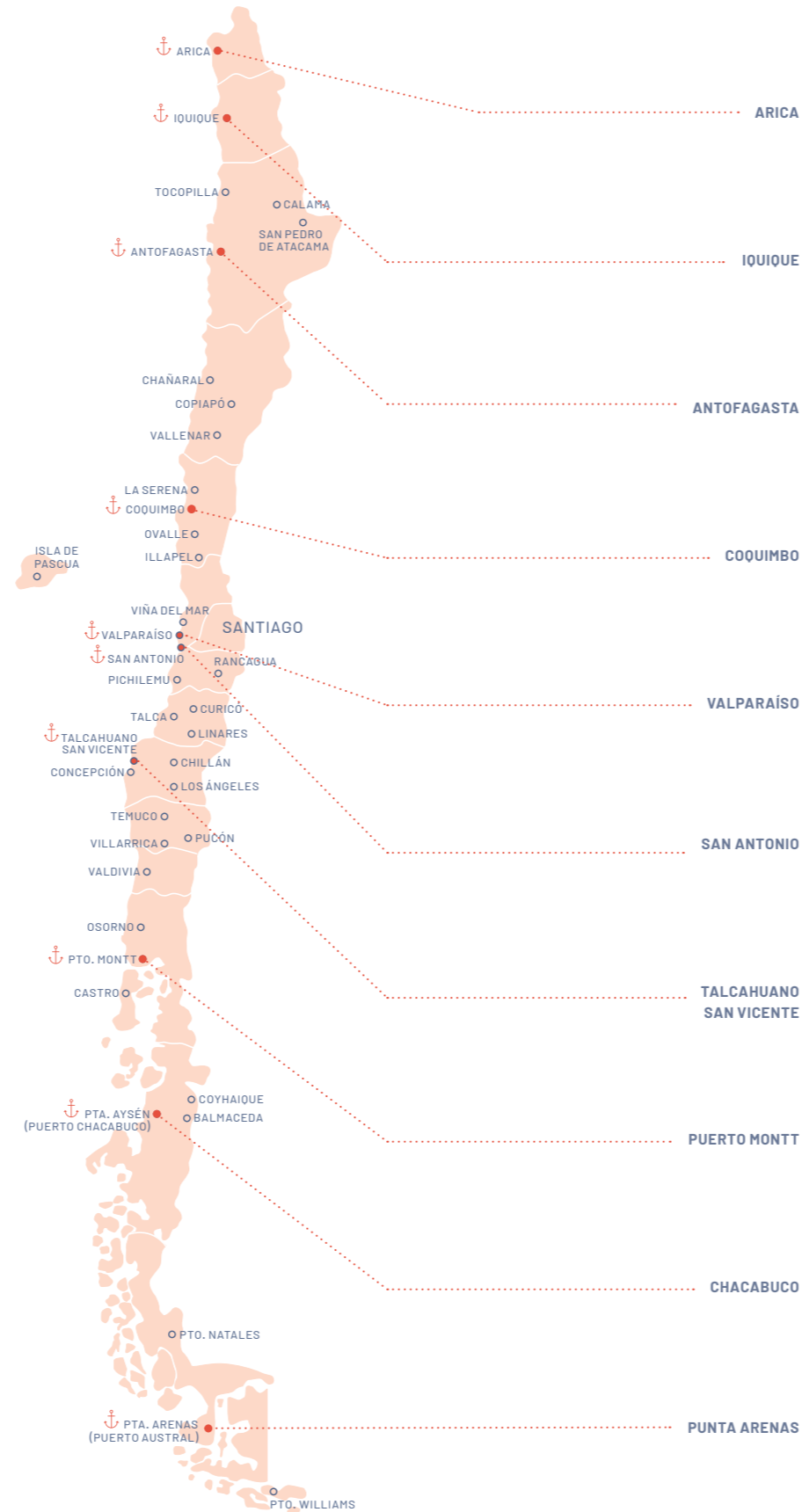
Según el Boletín Estadístico Marítimo de la Dirección general del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar), durante 2016 se movilizaron aproximadamente 145 millones de toneladas de carga en los puertos chilenos, de las cuales 61,2 corresponden a exportación, 52,6 a importación, 27,6 a cabotaje y 3,7 a tránsito internacional.

De las aproximadamente 113 millones de toneladas que corresponden a carga de importación y exportación, poco más de 45 millones fueron movilizados a través del sistema portuario estatal, que opera en su mayor parte por intermedio de concesiones privadas adjudicadas en contratos de largo plazo. La tabla siguiente muestra el detalle de movimiento por terminal durante 2016, según cifras reportadas por las empresas portuarias del estado a través del SEP, Sistema de Empresas<sup>8</sup>.

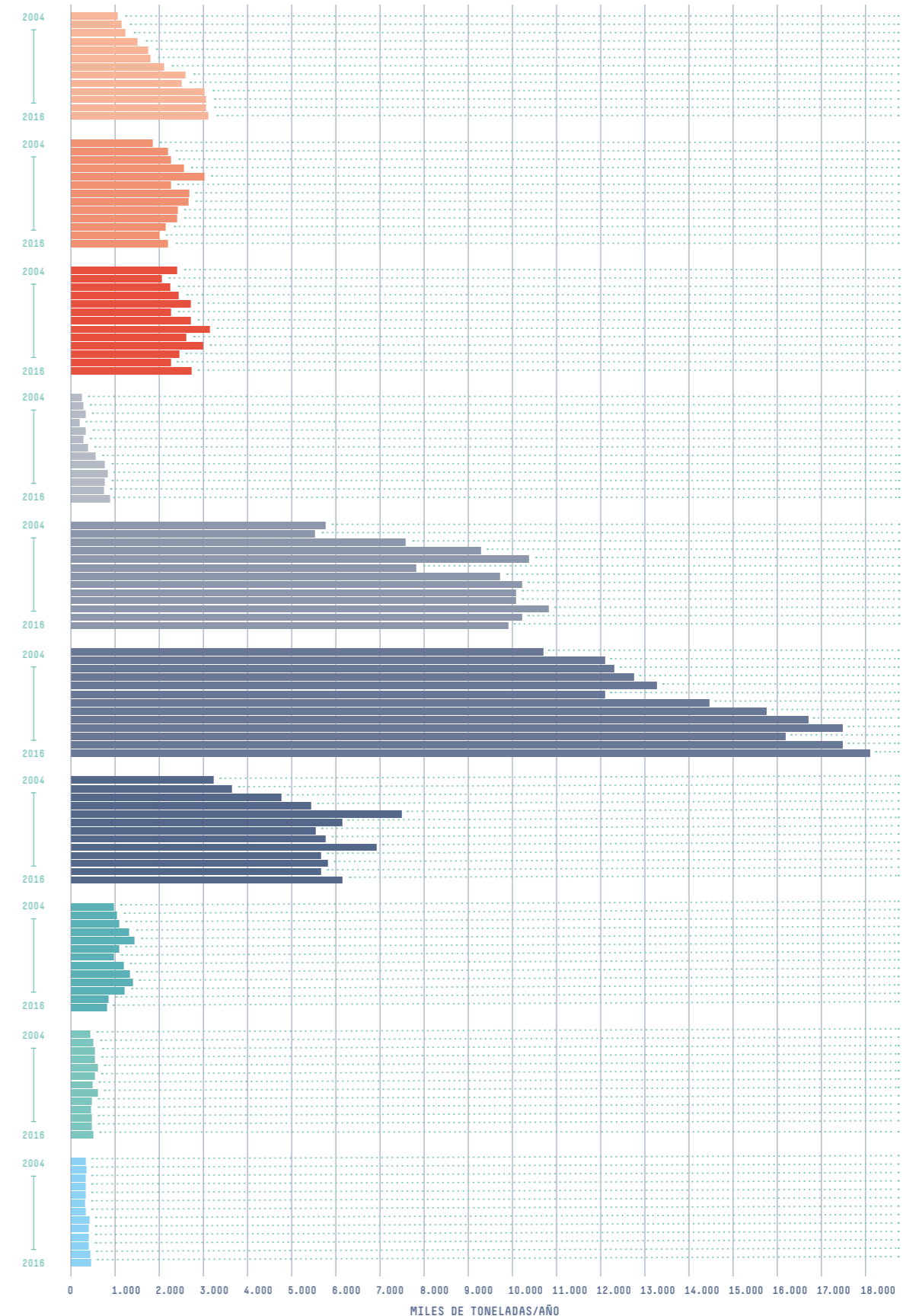
La figura 7.4 muestra la ubicación de los puertos y a la evolución de la carga transferida entre 2004 y 2016. Como se observa de los gráficos, durante los años 2014 y 2015 se produjo una reducción de la carga transferida en Iquique y Antofagasta, probablemente asociada a la disminución que experimentó la actividad minera durante esos años. Valparaíso ha mostrado reducciones en la demanda durante los últimos tres años, mientras que San Antonio ha crecido, especialmente en 2016, aproximándose a duplicar a Valparaíso en movimiento de carga. Puerto Montt muestra una fuerte reducción en la demanda, sin haberse recuperado en 2016, como ocurrió por ejemplo en los puertos del norte y Talcahuano-San Vicente.

8. <http://www.sepchile.cl/documentacion/estadisticas-portuarias>

Fuente:  
Elaboración propia.



Evolución de la carga total transferida por empresas portuarias del estado, 2004-2016 > FIGURA 7.4





## Cabotaje en Chile

La información registrada en el Boletín Estadístico de Directemar, 2016, da cuenta de los principales pares origen-destino del movimiento de cabotaje en Chile.

Durante 2016, fueron transferidas sobre 13,7 millones toneladas de carga entre puertos nacionales, según el detalle de la tabla siguiente. [VER TABLA 7.2](#)

### Estadísticas sobre cabotaje en Chile, 2016

> TABLA 7.2

PRODUCTOS	TIPO DE CARGA			TOTAL
	GENERAL	GRANEL	LÍQUIDO	
Químicos	164		7.264.835	7.264.999
Minerales	331.210	3.810.865		4.142.075
Alimenticios	425.375	18.214		443.589
Transporte	49.062			49.062
Industriales	91.455			91.455
Otros productos	1.748.406			1.748.406
				0
<b>TOTAL</b>	<b>2.645.672</b>	<b>3.829.079</b>	<b>7.264.835</b>	<b>13.739.586</b>

Sobre el 65% de la carga general de cabotaje se movilizó en puertos de la zona sur-austral, lo que refleja la importancia del uso de vías marítimas para el abastecimiento y desarrollo de esas regiones, especialmente de Puerto Montt al sur. Los graneles están asociados a la minería, y sobre el 95% se transportó entre puertos del centro y norte. Los graneles líquidos, en cambio, se repartieron en forma balanceada entre el norte y el sur. Con excepción de estos últimos, la mayor parte de la carga de cabotaje se registra actualmente entre puertos privados.

Bajo un supuesto de apertura del cabotaje en el país, es probable que las redes actuales sigan siendo los principales abastecedores del sur, y que los graneles líqui-

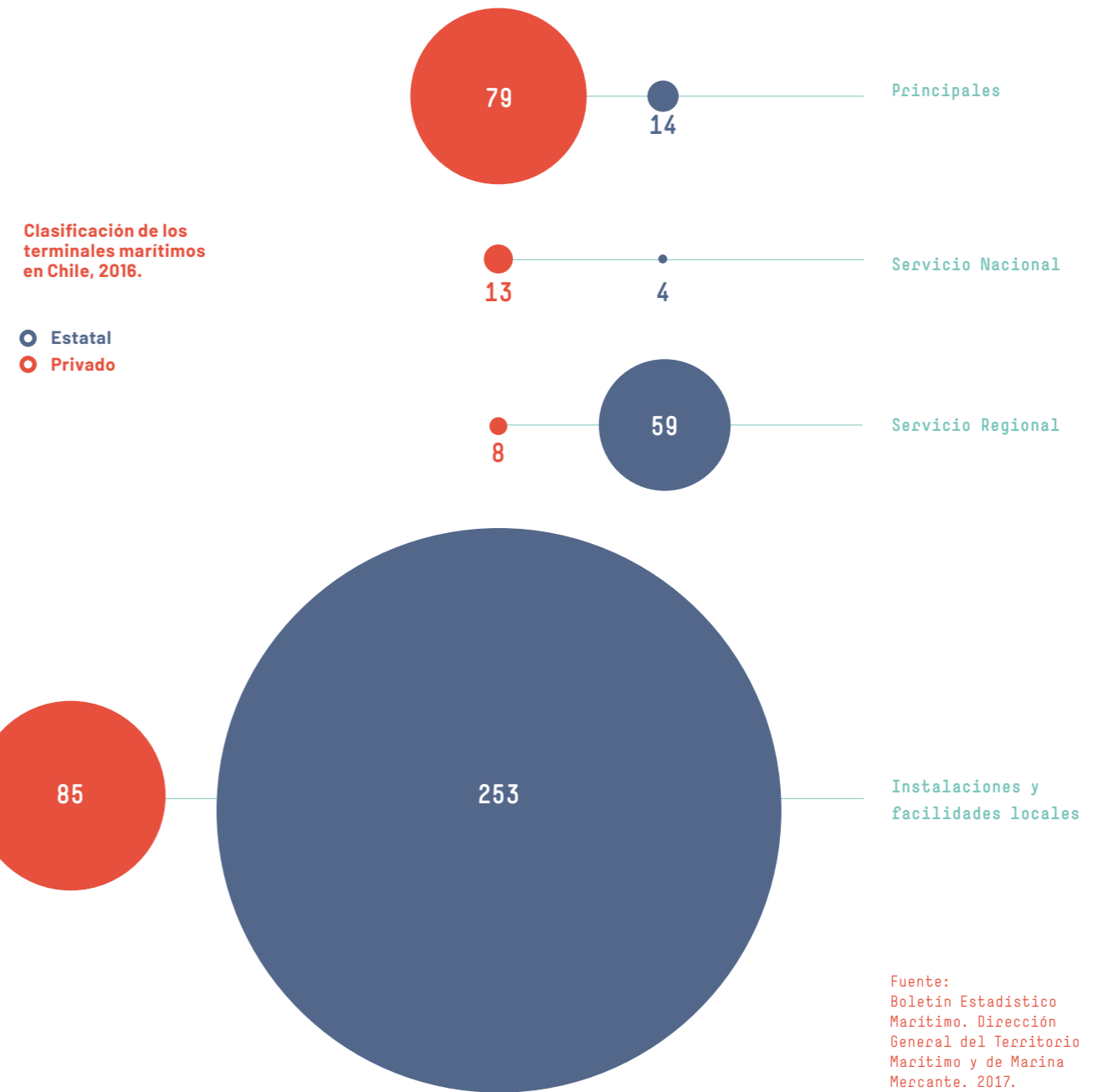
dos mantengan un patrón similar al actual. Los cambios podrían ocurrir en dos sectores: el transporte de graneles sólidos, por la mayor oferta que se genera en el crecimiento proyectado de este tipo de productos (con la consiguiente disponibilidad de capacidad en naves internacionales), y en el movimiento de carga general en sustitución del transporte terrestre, como ha sucedido en los países que han decidido liberar el cabotaje a múltiples operadores.

Una eventual liberación del cabotaje debe considerarse en las proyecciones de demanda portuaria de largo plazo, debido a que la mayor parte de su desarrollo se explicaría por movilización de bienes que actualmente no utilizan los puertos para la distribución interna.

Fuente:  
Boletín Estadístico Marítimo. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante. 2017.

## Infraestructura portuaria disponible

En Chile existen 515 instalaciones portuarias de diferente función y capacidad, según el siguiente detalle.



Las empresas portuarias del Estado, atienden en sus instalaciones sobre el 90% de las transferencias en contenedores. Los terminales secundarios y especialmente las instalaciones locales, atienden los movimientos de pasajeros y carga en localidades coste-

ras y en especial, la conectividad marítima de Puerto Montt al sur.

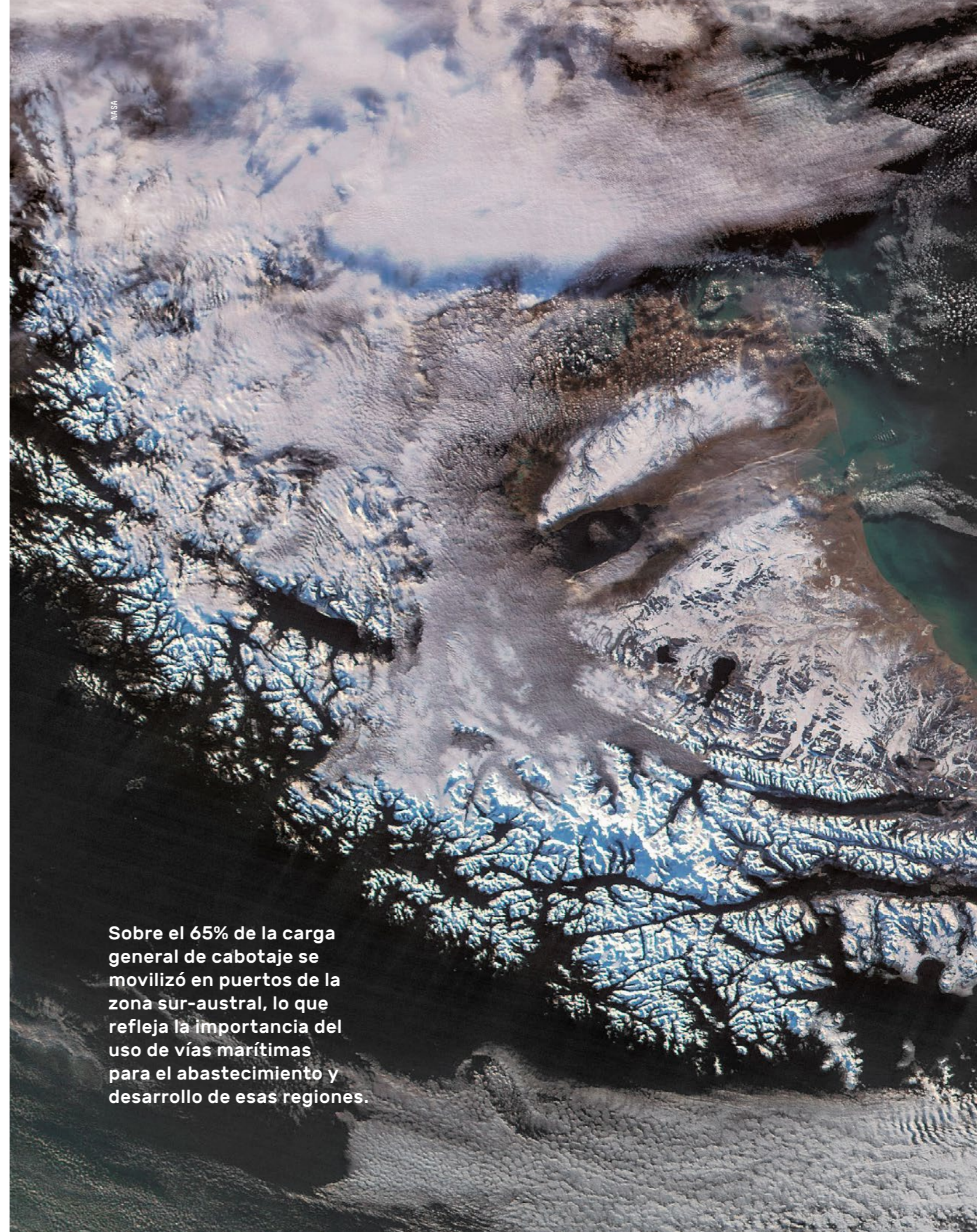
La tabla siguiente contiene un resumen de las características físicas de cada terminal, con sus correspondientes características de servicio.

#### Características de infraestructura y capacidad de los terminales. Empresas portuarias del Estado

> TABLA 7.3

EMPRESA PORTUARIA	CARGA TRANSFERIDA 2016 (M/TON)	CARACTERÍSTICAS INFRAESTRUCTURA			
		CAPACIDAD MÁXIMA (TON/AÑO)	N° SITIOS	ML SITIOS	CALADO MÁXIMO
Arica	3.089.182	3.200.000	4	1.200	12,5
Iquique	2.205.371	4.100.000	4	1.028	12,5
Antofagasta	2.751.018	3.030.000	7	1.175	11,6
Coquimbo	829.675	1.750.000	2	378	9,7
Valparaíso	9.974.479	12.269.000	3	1.615	13,8
San Antonio	18.210.121	18.542.624	8	1.679	13,5
Talcahuano-San Vicente	6.187.388	11.614.320	9	600	12,3
Puerto Montt	827.511	2.516.000	6	385	9,3
Chacabuco	523.888	1.347.000	2	298	9,8
Punta Arenas	471.795	3.828.000	4	542	13,9

Fuente: Elaboración propia. Base en Plan Nacional de Desarrollo Portuario MTT e información empresas portuarias, 2017.



Sobre el 65% de la carga general de cabotaje se movilizó en puertos de la zona sur-austral, lo que refleja la importancia del uso de vías marítimas para el abastecimiento y desarrollo de esas regiones.

DIMENSIONES DEL ANÁLISIS	TEMAS / OBJETIVOS
Fortalecer la Institucionalidad	Crear una autoridad nacional logístico-portuaria
	Fortalecer y acelerar la modernización del Estado para agilizar el comercio exterior
	Fortalecer el observatorio logístico y acelerar su implementación institucional
	Establecer la coordinación puerto-ciudad en los puertos del país
	Promover la coordinación logístico-portuaria a través de los Port Community Systems en todo el país
Desarrollar puertos sustentables y de competitividad mundial	Promover mecanismos de resolución de controversias
	Actualizar la política de borde costero
	Fortalecer la eficiencia de los servicios en los puertos
Impulsar una logística de clase mundial	Aumentar la eficiencia de los mercados de servicios a los usuarios
	Generar política de transporte de carga urbana y de transferencia
	Perfeccionar el sistema de evaluación social de proyectos de infraestructura
	Innovación para la movilidad en las carreteras
	Promover el transporte ferroviario de cargas
	Efectuar cambios regulatorios para fomentar el cabotaje
	Desarrollar, diversificar e interconectar los modos de transporte
	Impulsar un acuerdo nacional de producción limpia para el sector logístico
	Avanzar hacia un sistema voluntario de certificación de eficiencia del transporte de carga por carretera
	Impulsar innovación tecnológica en el sector logístico
Contar con recursos humanos de calidad mundial	Aplicar la Ley 20.773 en los puertos, especialmente en lo relativo a seguridad laboral
	Profesionalizar la labor portuaria en todos los ámbitos
	Mejorar el sistema de relaciones laborales del trabajo portuario
	Fortalecer políticas de seguridad en el trabajo
	Mejorar la calidad de vida de los conductores de transporte de carga
	Fortalecer la formación de conductores y administradores de transporte
	Mejorar las condiciones laborales de los trabajadores del sector logístico
Perfeccionar los seguros del conductor contra perjuicios a terceros	

## Aspectos Institucionales

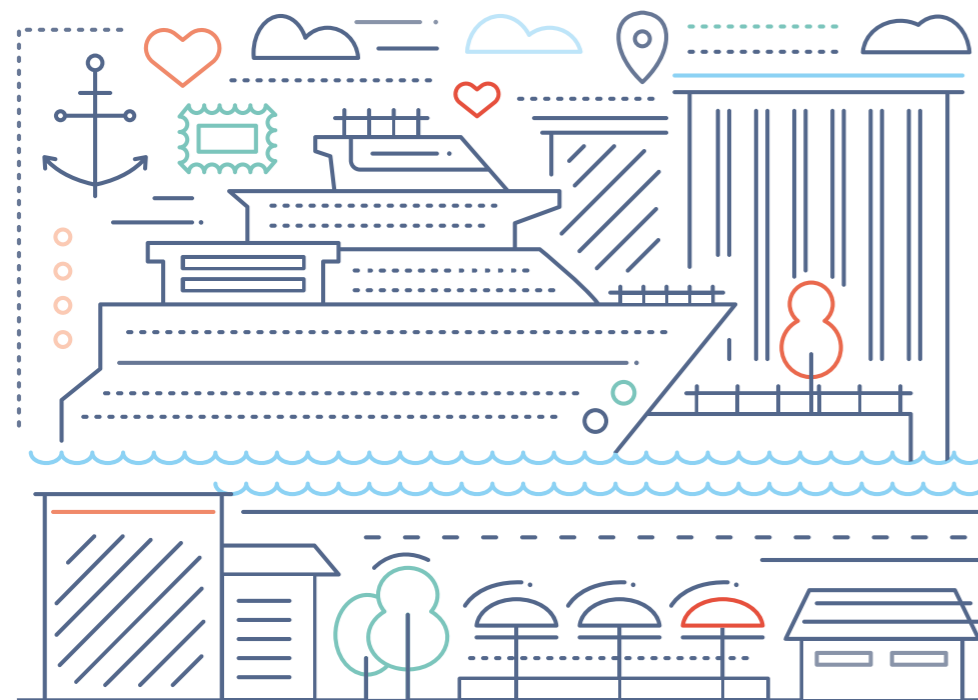
La discusión sobre aspectos institucionales que limitan la fluidez del movimiento de carga en Chile es amplia y abundante. Diferentes organizaciones han abordado la tarea de identificar los principales problemas que afectan el movimiento de cargas a través de los puertos y sus vías de acceso.

El enfoque utilizado en el análisis tiende en forma creciente a incluir los aspectos propiamente portuarios y aquellos que forman parte de los procesos propios de una cadena logística. Las publicaciones recién-

tes más completas respecto de este tema, son por una parte el informe elaborado por la Comisión de Innovación Presidencial para Puertos y su Logística, publicado en Junio de 2015, y el estudio ya citado, Una Nueva Vuelta de Tuerca, elaborado por Camport.

Las tablas a continuación resumen los temas prioritarios que cada documento identifica, y que están presentes con mayor frecuencia en todos los foros de discusión sobre mejoramiento portuario.

**La conectividad y la logística en los puertos nacionales son factores identificados entre los déficits actuales.**



DIMENSIONES DEL ANÁLISIS	TEMAS / OBJETIVOS
Beneficios económicos	Reducir el precio final que pagan los consumidores
	Mejorar la calidad y certeza de los servicios logísticos
	Reducir los costos de cabotaje
	Incrementar la carga de tránsito
	Mejorar la infraestructura para atraer cruceros
Factores que condicionan la calidad portuaria	Habilitación de infraestructura física
	Cambios de la industria marítima
	Operaciones marítimas
	Efectividad en operación de los terminales
	El gate, la conectividad del puerto y su <i>hinterlands</i>
	La coordinación entre agentes de la cadena de logística
	La relación comunidad-puerto
	La sustentabilidad de las operaciones marítimo-portuarias
	Capital humano
Variables de la demanda características macro zona	Exportaciones chilenas
	Importaciones chilenas
	Cabotaje
	Servicios de transporte entre los países vecinos y el resto del mundo
	Turismo y transporte de pasajeros

Las tablas muestran un conjunto de elementos comunes a ambos estudios que, además, fueron identificados en el ICD 2016-2025:

- Necesidad de fortalecer un marco institucional que asegure un tratamiento integral del sistema portuario y su conectividad. Enfoque de sistemas logísticos por sobre la infraestructura portuaria aislada.
- Incorporación de tecnología.
- Capacidad de los recursos humanos, marco laboral y perfeccionamiento.
- Tratamiento coordinado del borde costero.
- Soluciones para la relación puerto-ciudad.

Aun cuando estos temas han sido abordados en numerosas instancias, los avances, especialmente en coordinación, son escasos. El sistema actual ha avanzado en la provisión

de facilidades electrónicas para el control documental. Sin embargo, aún se mantiene la misma estructura de poder (y responsabilidades) basada en la gestión de entidades independientes entre sí.

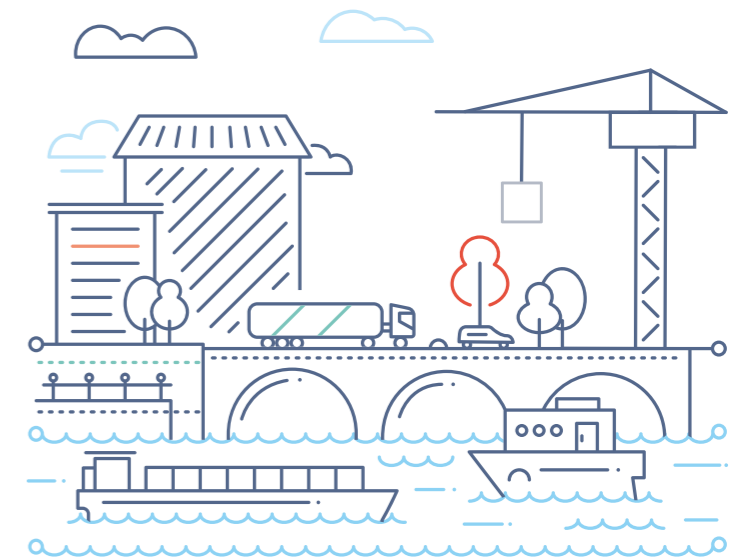
Según esto, la mayor urgencia es llevar a soluciones prácticas las recomendaciones que son ampliamente compartidas. Desde el informe de la empresa KOM, publicado en el año 2010, los temas abordados por diferentes agentes del sector (trabajadores, planificadores, autoridades, entre otros), no han cambiado. Siete años más tarde, más allá de los avances tecnológicos, los problemas identificados como estructurales siguen siendo prioritarios en las listas de diagnóstico. Dado el nivel de convergencia entre todas las partes, existe terreno propicio para avanzar del análisis a la acción.

## Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

### Proyectos a considerar por puerto y estado actual

Para dimensionar los requerimientos de inversión en el largo plazo, se procedió en la siguiente forma:

- Se actualizó la lista de proyectos que había sido recopilada en el ICD 2016-2025, para validar su estado de avance o actualización de los montos previstos y sus plazos.
- Se revisó la totalidad de los Calendarios Referenciales de Inversión de los terminales pertenecientes a las empresas del Estado.
- Se actualizó la capacidad disponible y su proyección.
- Finalmente, se comparó la capacidad con la demanda estimada para cada caso, con el propósito de determinar la fecha en que probablemente la capacidad se alcanza. Para esos casos, se calculó la necesidad de inversión que debe materializarse en los próximos años, para lograr que en 2027 la brecha de infraestructura esté cubierta.



La tabla siguiente da cuenta del resultado de la revisión de avances respecto a la información de 2016. En cada caso, se eliminó el monto previsto si los proyectos se encontraban en ejecución o próximos a su inicio, con el fin de estimar solo los montos necesarios que no han sido asignados a estas inversiones.

Seguimiento proyectos de inversión. Actualización a diciembre 2016. Zona norte > TABLA 7.6

PROYECTO	ESTADO 2015	INVERSIONES PREVISTAS ICD 2016			ESTADO ACTUAL INVERSIONES ICD 2018		
		MM US\$	MM CLP	MEJORA	ESTADO 2016	MM US\$	MM CLP
Empresa Portuaria Arica (EPA)	Ampliación Área de Parqueo de Camiones. Zona de Extensión Actividad Portuaria (ZEAP), Etapa I	En ejecución. Disponible para 2015	5,6	Aumenta área de parqueo de camiones	Terminado		
	Construcción Zona de Extensión Actividad Portuaria (ZEAP), Etapa II	Diseño y ejecución	7,8	Aumenta capacidad del puerto	En ejecución		
	Mejoramiento Complementario Accesos Puerto Arica	Plazo para 2015-2019	1,0	Mejora congestión y seguridad	Sin cambios	1,0	
	Nuevo edificio corporativo	Plazo 2014	2,9	Instalaciones para atender pasajeros	Sin cambios	2,9	
	Habilitación de 11 ha para operaciones	Diseño y ejecución	100,0	Mejora y aumenta nivel de operaciones	Sin cambios. Posible inversión de EPA	100,0	
	Ampliación frente de atraque para un nuevo sitio	Plazo por definir	52,0	Capacidad para una nueva nave	Sin cambios	52,0	
	Sistema de Monitoreo Ambiental Permanente			149,0	Permite medición automática de condiciones de agua y aire	Terminado	
Empresa Portuaria Iquique (EPI)	Relleno borde costero ex isla Serrano	Inicio para 2015-2016	19,0	Aumenta en 3,5 ha el área de respaldo	Terminado		
	Primera etapa de construcción de nuevo frente de atraque	Buscando concesionaria	444,0	Mayor capacidad de operación	Terminado	339,0	
	Segunda etapa de construcción de nuevo frente de atraque	En espera de aprobación		Mayor capacidad de operación	Inicio para fines de 2017		
	Acceso norte a la ciudad de Iquique	Inicio para 2015		232,0	Aumenta oferta vial	Sin cambios	232,0
	Habilitación áreas operativas sector 5	Inicio para 2015		310,0	Aumenta nivel de operaciones	Terminado	
	Pavimentación áreas anexas ante puerto Alto Hospicio	Diseño		561,0	Mejora nivel de operaciones	Inicio para 2017	561,0
	Dragado de profundización	Inicio para 2016	4,0	Aumenta nivel de operaciones	Sin cambios	4,0	
	Construcción pavimentos áreas ex Astillero	Estudio y diseño		920,0	Aumenta áreas operacionales	Sin cambios	920,0
	Construcción reforzamiento enrocado Molo de Unión	Estudio y diseño		440,0	Aumenta seguridad	Inicio para 2018	440,0

Continúa

PROYECTO	ESTADO 2015	INVERSIONES PREVISTAS ICD 2016			ESTADO ACTUAL INVERSIONES ICD 2018		
		MM US\$	MM CLP	MEJORA	ESTADO 2016	MM US\$	MM CLP
Empresa Portuaria Iquique (EPI)	Nuevo edificio Corporativo	Diseño		350,0		Inicio para 2018	350,0
	Construcción pavimentos áreas ex Camanchaca	Estudio y diseño		432,0	Aumenta áreas operacionales	Inicio para 2017	432,0
	Extensión de muelle	En espera de aprobación	24,0			Inicio para 2017	24,0
	Reconstrucción y acción antisísmica muelle Molo	Diseño	32,0		Reparación terminal y mejora de este	En ejecución	
	Reemplazar operación de cañerías de Petrobras Iquique		0,2		Mejora línea submarina de producto livianos	Aprobado para su ejecución	0,2
Empresa Portuaria Antofagasta	Reforzamiento frente de atraque		91,0		Atención de naves Postpanamax	En ejecución	
	Construcción sitio especializado para graneles	Plazo 2013-2014	47,0		Mejor operación con carga agrícola	En ejecución	
	Construcción Zona de Desarrollo Logístico La Negra	Estudio y diseño			Mejora operacional e integración comercial	Sin cambios	
	Reparación del socavón del molo principal			5.309,0	Ampliar vida útil de infraestructura	Terminado	
Empresa Portuaria Coquimbo	Reparación de pavimentos	Inicio 2016		3.000,0	Mejora nivel de operaciones	Terminado	
	Construcción de nuevo sitio de atraque, explanada y sala de revisión. Modernización Puerto de Coquimbo.	Plazo 2011-2015	120,0		Mejora atención de cargas. Aumenta capacidad de transferencia	Admitido a tramitación ambiental	120,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Calendarios Referenciales de Inversión Empresas Portuarias. SEP, 2016.

En la zona norte, la inversión portuaria de mayor magnitud es la ampliación del puerto de Iquique, a través de la licitación del nuevo frente de atraque, actualmente en curso. Este aumento de capacidad se destacó en la edición del ICD 2016-2025 como una necesidad prioritaria, y mantiene esa importancia debido al incremento de las inversiones mineras, que posiblemente cambiará la tendencia de la demanda en el corto plazo.

La Tabla siguiente contiene los proyectos previstos en la macrozona central, específicamente en Valparaíso y San Antonio. La discusión sobre la urgencia de esta definición muestra consenso entre todos los especialistas y agentes involucrados. Aun cuando la capacidad disponible se extendió durante los últimos dos años debido a la baja de carga en Valparaíso, un potencial repunte económico volverá a poner en evidencia la necesidad de ampliar capacidad en San Antonio o Valparaíso, o en ambos.

Seguimiento proyectos de inversión. Actualización a diciembre 2016. Zona central > TABLA 7.7

PROYECTO	INVERSIONES PREVISTAS ICD 2016			ESTADO ACTUAL INVERSIONES ICD 2018			
	ESTADO 2015	MM USD	MM CLP	MEJORA	ESTADO 2016	MM USD	MM CLP
Empresa portuaria Valparaíso	Extensión del sitio	En ejecución	45,0	Posibilidad de atraque simultáneo para dos naves	Terminado		
	Nuevo viaducto de acceso a puerto	Adjudicado a Arquitecto Mathias Klotz. No se ha iniciado la construcción	36,0	Solución de acceso a la zona	En espera de tramitación ambiental	36,0	
	Nueva estación intermodal	Construcción en 2015	30,0	Mejora en maniobras intermodales	En espera de tramitación ambiental	30,0	
	Ampliación terminal 2	Ejecución para 2016	507,0	Aumenta capacidad operacional	Ejecución para 2017-2018	507,0	
	Fase 1 frente de atraque sector Yolanda	2022-2024	1.500,0		Sin cambios	1.500,0	
	Construcción espacio urbano en borde costero	Ejecución para 2014-2015	150,0	Integra motores de desarrollo de la ciudad	Sin cambios	150,0	
	Nuevo terminal de pasajeros sector Francia	Ejecución para fines de 2015	7,0		Terminado		
	Inversiones Zona de Apoyo Logístico	2018-2021	8,0		Sin cambios	8,0	
	Acceso Cabrería	Ejecución en 2022, en conjunto con Fase 1 sector Yolanda	120,0		Sin cambios	120,0	
Empresa portuaria San Antonio	Reparación losas de traspaso muelle explanada	Ejecución en 2014	25,0	Aumenta capacidad operacional	Terminado		
	Extensión del sitio 3	Aprobado para su ejecución	8,0	Aumenta capacidad operacional	En ejecución		
	Dragado de sitios 2 y 3		50,0	Aumenta capacidad operacional	Sin cambios	50,0	
	Habilitación frente de atraque en muelle	2015-2018	225,0	Aumenta capacidad operacional	En ejecución		
	Dragado Zona Marítima Común	En ejecución	24,0	Ingreso de naves de nueva generación	Terminado		
	Modernización terminal norte	En ejecución	14,0		Terminado		
	Construcción nuevo Puerto de Gran Escala al sur del puerto actual	2018-2025	2.000,0	Continúan estudios de ingeniería de detalle y modelo de negocio	En estudio	2.000,0	
	Habilitación 70 ha para actividades logísticas y gestión de tráfico	2014-2020	70,0		Sin cambios	70,0	
	Fase 2 nuevo frente de atraque	2022-2024	870,0	Aumenta la cantidad de zonas de acopio	Sin cambios	870,0	
	Accesos ferroviarios y viales		37,0	Mejorar accesibilidad	En estudio	37,0	

Tanto San Antonio como Valparaíso tienen previsto en su planificación la ampliación del puerto, con dimensiones que le permiten operar en el largo plazo y atender naves de alta capacidad. Esta ampliación se ha llamado Puerto de Gran Escala. Para efectos del cálculo de la brecha de inversión, solo se considera un monto no asociado a ninguno de los dos proyectos en particular, pero que incorpora lo necesario para resolver la estrechez de capacidad en el mediano plazo y permita llegar a 2027 operando con alto nivel de servicio.

De los 19 proyectos reportados, cinco fueron terminados y otros cinco se encuentran sin cambios entre los dos años de comparación. El resto avanza en distinto grado, desde estudios hasta tramitación ambiental en curso.

Teniendo en cuenta la velocidad de ejecución de los proyectos en cada plan, es probable que con excepción de los de mayor envergadura, la mayoría se ejecute dentro de los próximos dos o tres años (en todo caso en un plazo no mayor que cinco años). Queda entonces por resolver la situación de los proyectos mayores que implican decisiones técnicas y políticas, cuya materialización requiere un plazo de 10 años. Así, se necesitaría cumplir dos condiciones para cubrir el déficit de infraestructura portuaria en la zona central (de manera que en 2027 se encuentre cubierta la brecha): primero, que la decisión sobre nuevas instalaciones se adopte durante los primeros meses de 2018 y luego, que no ocurran imprevistos a lo largo del desarrollo de los proyectos.

Seguimiento proyectos de inversión. Actualización a diciembre 2016. Zona sur > TABLA 7.8

PROYECTO	INVERSIONES PREVISTAS ICD 2016			ESTADO ACTUAL INVERSIONES ICD 2018			
	ESTADO 2015	MM US\$	MM CLP	MEJORA	ESTADO 2016	MM US\$	MM CLP
Empresa Portuaria Talcahuano-San Vicente	Reforzamiento de los sitios 2 y 3	En ejecución	90,0	Aumentar capacidad de producción y el almacenaje en el puerto	Terminado		
	Ampliación frente de atraque para un nuevo sitio	2014-2018	50,0	Generación de nuevo sitio para operaciones	Terminado		
	Terminal Marítimo GNL		160,0	Terminal especializado	Aprobado para su ejecución	160,0	
Empresa Portuaria Puerto Montt	Construcción de nuevo terminal	Relicitándose por falta de interesados	60,0	Puerto con acceso rápido a Ruta 5	No adjudicado	60,0	
Empresa Portuaria Chacabuco	Terminal especializado en naves menores	No adjudicado	6,0	Muelle flotante con dos sitios, rampa de atención y explanada de 600 m <sup>2</sup>	Terminado		
Empresa Portuaria Austral	Recuperación capacidad Muelle Prat	Licitación para 2015. Infraestructura para 2016-2017	13,0	Recepción de cruceros y otros	En ejecución		

Fuente (7.7-7.8): Elaboración propia a partir de Calendarios Referenciales de Inversión Empresas Portuarias. SEP, 2016.

La zona sur tiene comportamiento diverso dependiendo del puerto que se analice. Mientras Talcahuano-San Vicente opera vinculado principalmente a las industrias de la Región del Biobío, y transfiere grandes volúmenes de graneles líquidos, los puertos más al sur como Puerto Montt, Chacabuco o Punta Arenas forman parte de una red más amplia de abastecimiento local y transporte de personas que usan transbordadores. En efecto, en la zona sur y sur austral es habitual utilizar medios

## Inversión requerida

La estimación de capacidad requerida ha sido discutida en diferentes instancias y publicaciones. A pesar de ello, las estimaciones de demanda futura para cada terminal, son escasas. Dos fuentes contienen información y análisis que permiten sustentar una proyección actualizada de la carga total a ser movilizada: el Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNDP), publicado en 2013 por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y el informe Una Nueva Vuelta de Tuerca, estudio de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile<sup>9</sup>, Camport.

En ambos casos, la proyección se sustenta en el crecimiento económico y en el desarrollo potencial de proyectos en las regiones correspondientes a cada terminal. Sin embargo, en la determinación de necesidades de inversión, los estudios difieren en un criterio principal: mientras PNPD estima que en el rango de 60% de utilización se deben programar incrementos de capacidad, el estudio Camport sitúa ese límite en 80%.

La decisión en el caso de este estudio es mantener como referencia la tendencia del PNPD por tres razones:

- Si bien el descenso del PIB observado en los últimos años desplazó las curvas de proyección, la tendencia se mantuvo, lo que refleja que los modelos de respaldo incorporaron en forma adecuada la dinámica económica de cada lugar.

marítimos para los desplazamientos y en forma mayoritaria a través de transbordadores.

En este grupo de puertos se observa que la mayor parte de los proyectos fue ejecutado o se encuentra en proceso de serlo en el corto plazo. De ellos, Puerto Montt podría enfrentar restricciones de capacidad alrededor de 2025, según las proyecciones actualizadas de demanda, por lo que las decisiones oportunas son indispensables para lograr que en 2027 se hayan cerrado las brechas detectadas.

- En cuanto a la consideración de límites de capacidad, la cifra de 60% como base para gatillar nuevas inversiones es similar al 65% que establece la mayoría de los contratos de concesión de puertos para obligar al concesionario a proponer incrementos de capacidad, ya sea a través de medidas operacionales, nuevos equipos, adaptación de los terminales existentes o mecanismos de control propios de cada caso.
- La creciente ocurrencia de eventos climáticos adversos ha tendido a limitar el tiempo productivo de operación de los puertos. Así, para un mismo nivel de utilización, es posible que la capacidad efectiva se reduzca y sea necesario anticipar inversiones con el fin de multiplicar las posibilidades de entregar los servicios.

La consecuencia de usar un criterio u otro, radica únicamente en la fecha estimada en que será necesario contar con inversiones para cerrar las brechas. Teniendo en cuenta un posible aumento del crecimiento económico en los próximos años, y las dificultades asociadas a la materialización de proyectos portuarios de mayor envergadura, el límite de 80% puede ser insuficiente para contar con las soluciones de capacidad operando a tiempo. En la medida que estos aspectos (velocidad de ejecución de los proyectos y crecimiento económico) se modifiquen, las fechas límite

9. Una nueva vuelta de tuerca. Planificar y coordinar para la productividad. Cámara Marítima y Portuaria de Chile, Camport. 2016.

Fuente:  
Elaboración propia.

de acción pueden variar; lo que hace recomendable anticipar escenarios y avanzar en las etapas previas, especialmente en los casos de proyectos complejos cuyos permisos y soluciones técnicas requieren varios años –y plazos crecientes– para completarse.

La estimación de la capacidad requerida y su correspondiente inversión en el sistema portuario nacional se realizó utilizando la siguiente metodología:

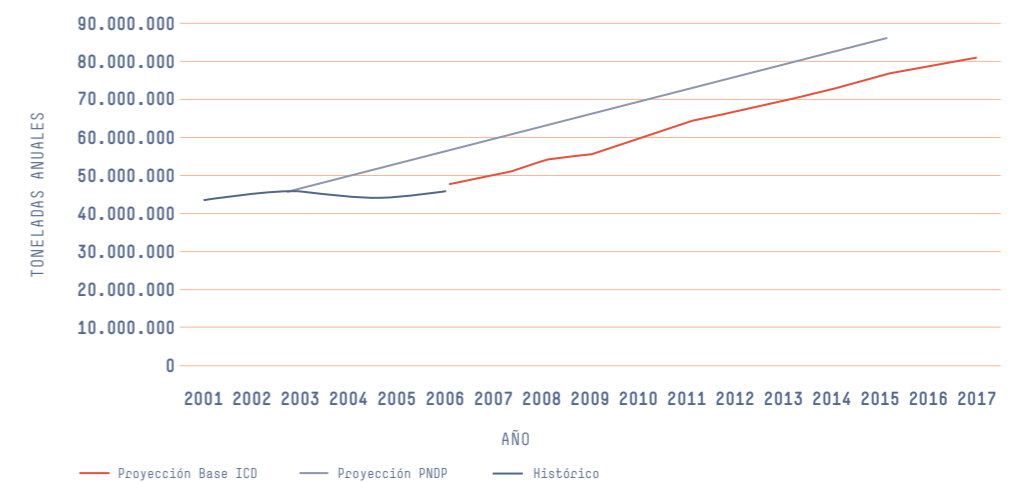
- Se mantuvo como tendencia base de largo plazo la proyección estimada en el Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNPD), publicada en el año 2013, para cada una de las empresas (es decir, aun cuando el volumen anual transferido sea diferente, la tendencia se conserva).
- Se revisó la proyección reportada en la edición 2016-2025 del ICD, considerando la incorporación de los años 2015 y 2016 a la serie (que en la edición mencionada solo cubría hasta 2014).
- Se ajustó la proyección según lo observado en la nueva serie, corrigiendo cuando fue necesario o manteniendo las cifras en los casos en que la estimación reali-

zada en ICD 2016-2025 fuera consistente con la demanda real.

- La estimación se realizó solo para las empresas portuarias del Estado, que representan la mayor parte de la carga de comercio exterior movilizada en el país, y sobre el 90% del total de contenedores. Para este grupo de empresas, se cuenta con abundante información pública que permite realizar el análisis de los casos con mayor facilidad.
- Aunque se dispone de series de datos desde 2004, se descartó utilizar años anteriores, debido a que no reflejan las condiciones del mercado actual y al impacto que produjo el terremoto del año 2010 en varias de las instalaciones, lo que alteró la continuidad de los datos.
- Se comparó la capacidad actual y proyectada con la demanda, para anticipar el año en que ambas alcanzan el mismo valor y sean necesarias inversiones para ampliación.

A continuación, se presenta el recuento de proyecciones para el sistema portuario del Estado. En el Anexo se incluyen las respectivas tablas con datos y la descripción metodológica que respaldan estos gráficos:

**Demanda total empresas portuarias del Estado**  
> FIGURA 7.5



Al observar las series es claro el impacto negativo que el menor crecimiento económico del país ha tenido sobre los puertos. A menos que se superen los niveles de crecimiento registrados en 2012 y 2013, la demanda no alcanzará los niveles previstos en el Plan Nacional de Desarrollo Portuario en los próximos 10 años o más.

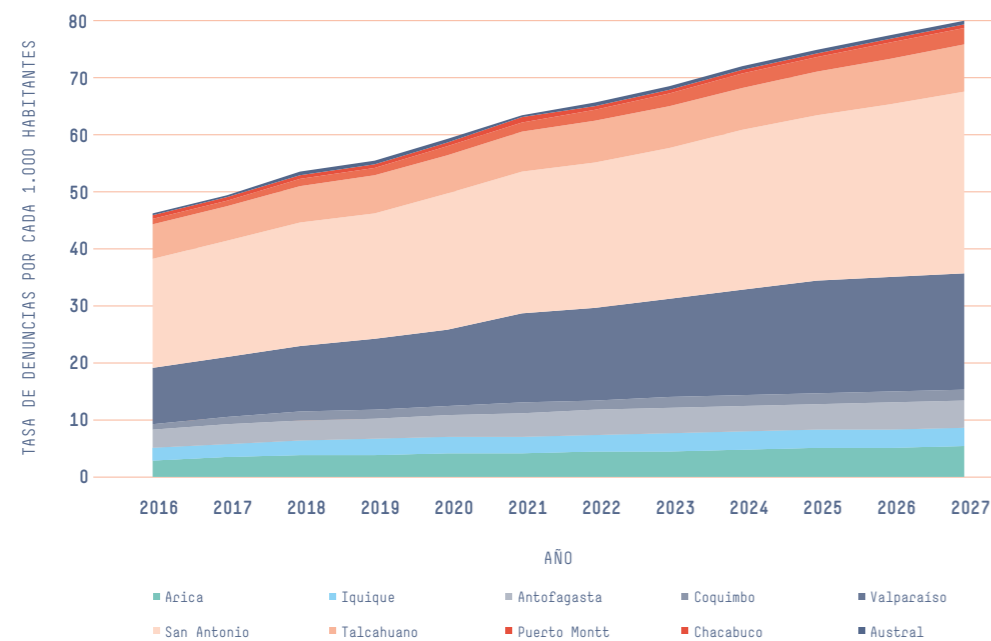
La proyección total anticipa que el volumen a ser transferido en 2027 alcanza 79 millones de toneladas, es decir, aumenta significativamente respecto del movimiento registrado en 2016, que alcanzó en estos puertos de 47 millones de toneladas. El supuesto de crecimiento agregado del sistema es una

tasa promedio de 4% anual entre 2018 y 2027, y 6% entre 2017 y 2022. Teniendo en cuenta que la proyección de largo plazo del FMI para este último plazo es 2,66%, se espera que la demanda aún mantenga una elasticidad superior a 1 respecto al crecimiento durante los próximos cinco años.

### Una inversión de US\$ 5.242 millones es la estimación de inversión en infraestructura portuaria entre 2018-2027.

#### Crecimiento proyectado empresas portuarias del Estado

> FIGURA 7.6



Fuente:  
Elaboración propia.

En resumen, la tabla siguiente muestra las necesidades de inversión en infraestructura de puertos, requeridas para cerrar la brecha y asegurar tanto un mejor posicionamiento competitivo como buena calidad de servicio y continuidad de las operaciones. Se trata

del recuento de inversiones previstas en los respectivos Calendarios de Inversión, actualizadas con información complementaria de las propias empresas y de entidades relacionadas con esta actividad, como INE y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

#### Inversión requerida en el sistema portuario del Estado > TABLA 7.9

PUERTO	INVERSIONES EN CURSO (MMUS\$)	PROYECTOS 2018-2022 (MMUS\$)	PROYECTOS 2023-2027 (MMUS\$)	COMENTARIOS
Arica	7,8	3,9	152,0	Expansión de áreas de respaldo
Iquique		370,0		Expansión vía licitación
Antofagasta		47,0	50,0	Planes de expansión no confirmados
Coquimbo		120,0		Según programa de inversiones
Valparaíso		158,0	693,0+ 1.500,0 Reserva proyecto PGE	Ambos puertos proyectan Puerto de Gran Escala. La inversión alcanza aproximadamente US\$2.400 millones. En ambos casos se considera puerto y accesos. Considerando solo instalaciones, la inversión asciende a US\$ 2.000,0 millones.
San Antonio		70,0	937,0+ 2.000,0 Reserva proyecto PGE	
Talcahuano-San Vicente		160,0		Según programa de inversiones
Puerto Montt		60,0		Según programa de inversiones
Chacabuco				
Punta Arenas	13,0			Según programa de inversiones
<b>TOTAL</b>	<b>20,8</b>	<b>988,9</b>	<b>1.832,0,0</b>	
<b>TOTAL DEL PERÍODO 2018-2027</b>		<b>5.241,7</b>		<b>ESTE TOTAL NO CORRESPONDE A LA SUMA PORQUE CONSIDERA US\$2.400 EN EL PUERTO DE GRAN ESCALA EN LUGAR DE LO PREVISTO POR CADA UNO DE LOS PUERTOS</b>

Fuente:  
Elaboración propia a partir de Calendarios Referenciales de Inversión, Empresas Portuarias y SEP.



# Recomendaciones de acción

## Tendencias

334

En este capítulo se revisó el estado actual y tendencias del transporte marítimo. Entre los aspectos que marcarán su desarrollo en los próximos años se encuentran los siguientes:

- La necesidad de optimizar operaciones para mejorar los márgenes. El crecimiento de la oferta asociado a buques de mayor tamaño, no siempre está asociado a incrementos proporcionales de la demanda, especialmente en puertos terminales y casos en que los volúmenes transferidos son reducidos para la escala de las naves.
- La consideración de aspectos ambientales comienza a determinar nuevas opciones tecnológicas. Las presiones por reducción de CO<sub>2</sub>, comprometidas en foros multilaterales como el Acuerdo de París, forzarán cambios en el tipo de energía que se utilice en el transporte marítimo. Tanto la reducción de costos como la disminución de emisiones se resuelven –al menos parcialmente– con el uso de gas en lugar de petróleo diésel, por lo que esta alternativa surge como una opción que tenderá a masificarse.
- En forma creciente, países con costas extensas y población distribuida hacia el interior, han optado por abrir el cabotaje para utilizar mejor la capacidad de transporte disponible. En casi todos los casos (China, Singapur, entre otros), solo han mantenido la restricción de exigir que los buques autorizados pueden movilizar carga interna siempre que los puertos de detención sean parte de sus itinerarios internacionales. Es decir, la apertura solo tiene como objetivo mejorar el uso de la capacidad que ya opera entre puertos nacionales, en consecuencia, no se trata de incorporar nuevos operadores sino de optimizar la disponibilidad de los que ya existen. Al observar las estadísticas, Chile aparece en los últimos lugares en cuanto a utilización de la capacidad disponible en sus costas.
- Un aspecto completamente nuevo en los documentos técnicos sobre transporte marítimo, es la preocupación por la equidad de género en la industria, mayoritariamente masculina. Equilibrar la participación es un objetivo que pretende cambiar el escaso 9% de los cargos ejecutivos cubiertos por mujeres.



Chile aparece en los últimos lugares en cuanto a utilización de la capacidad disponible en sus costas.



## Posicionamiento

Un aspecto de interés en los sucesivos informes ICD, es revisar la situación relativa de Chile en los rankings internacionales de infraestructura y logística.

- Entre 2014 y 2017 Chile avanzó 8 lugares en el índice global de infraestructura, con una contribución positiva de la vialidad y de la calificación general. Sin embargo, en el detalle por sector, se observa que en los casos de puertos y aeropuertos, nuestro país desciende en el ranking respecto al informe anterior. Ferrocarriles, independientemente de su mejora en el último año, todavía actúa negativamente en la posibilidad de alcanzar un mejor posicionamiento. Y, en el caso de aeropuertos, es posible que hasta contar con nueva infraestructura en el principal aeropuerto, el índice continúe deteriorándose. Este conjunto de efectos muestra con claridad la importancia de realizar oportunamente las inversiones que inciden de manera directa en la competitividad de nuestra economía.



Chile avanzó 8 lugares en el índice global de infraestructura.

## Carga movilizada

Este informe presenta una actualización de las proyecciones de demanda por servicios portuarios, actualizada respecto a versiones previas del ICD.

- Respecto al movimiento de carga, se observa en general un descenso entre 2014 y 2016, especialmente en puertos del norte (posiblemente afectados por el descenso en la actividad minera) y en Valparaíso, por segundo año consecutivo. Las cifras de 2016 y estadísticas parciales de 2017 anticipan un cambio en esa tendencia en los tres casos mencionados.
- Respecto al escenario de crecimiento reportado en el ICD 2016, vuelve a producirse un desfase de las curvas proyectadas en el Plan Nacional de Desarrollo Portuario de 2013. En efecto, las proyecciones del PNDP constituyen la versión oficial más actualizada para el movimiento de carga en los puertos del estado. En 2016 la comparación de las proyecciones con los datos observados reveló un desfase de dos años, es decir, el volumen de carga previsto solo se alcanzó dos años después, aunque se mantuvo la tendencia de crecimiento. En la versión actual se ha vuelto a comparar la proyección oficial con las estadísticas y nuevamente se registra, en la mayoría de los casos, un desfase adicional de dos años. Aun cuando la tendencia de crecimiento se conserva en el largo plazo, los gráficos muestran que durante el período 2014 a 2016, el movimiento de carga en los puertos del estado avanzó por debajo del nivel previsto en 2013.



Se observa un descenso respecto al movimiento de carga entre 2014 y 2016.

## Institucionalidad

La necesidad de realizar cambios institucionales muestra un objetivo transversal y compartido, que apunta a mejorar la competitividad del transporte marítimo y del comercio exterior.

- Los ámbitos prioritarios de trabajo son: la coordinación de servicios, la digitalización de los datos, la disponibilidad de áreas y servicios de respaldo a cada puerto y la definición oportuna de las inversiones en infraestructura.
- Junto con lo anterior, también surge como recomendación común la urgencia de planificación para el largo plazo, considerando una visión integral de puertos con sus respectivos corredores, en un enfoque más logístico que puramente portuario.
- En este campo la recomendación principal es promover la acción sobre los temas largamente analizados. Cada nuevo año sin resolver los temas indicados, tiene un costo para el país en términos de su posición competitiva. La abundancia de diagnósticos no se ha acompañado con información detallada y consistente, lo que dificulta la consolidación de las propuestas. Una tarea crítica para asegurar capacidad portuaria y servicios competitivos en el largo plazo, es la transformación de las ideas en proyectos concretos (tanto de leyes como reglamentos e inversiones) y comprometer una cartera que guíe las decisiones en el futuro cercano.



No resolver estos temas, tiene un costo para el país en su posición competitiva.

## Inversiones

- Los proyectos en carpeta de las empresas portuarias del Estado, por un total aproximado de MMUS\$ 2.850, permitirán contar con la capacidad que el país requiere en cada terminal.
- A lo anterior se debe agregar una inversión aproximada de MMUS\$2.400 que corresponde al Puerto de Gran Escala en la macrozona central. Por sus dimensiones e impacto potencial, se trata del proyecto portuario más importante del país. Se crea así una oportunidad única para abordarlo con soluciones modernas, sistemas de planificación eficientes, esquemas de financiamiento nuevos y tratamiento de los sistemas de apoyo y el entorno integrados. Un enfoque innovador permitiría al país avanzar "en escalón" en cuanto a su oferta portuaria, y generaría la ventaja requerida para compensar debilidades estructurales como la localización, la escasez de aguas abrigadas o el tamaño del mercado.
- La opción de invertir en un sistema portuario que crezca en sus dos terminales principales en forma coordinada y armónica, en lugar de concentrar el crecimiento en uno de ellos, permitiría contar con respaldo en ambas direcciones y diversificar la especialización, consolidando a la macrozona como el polo portuario de mayor importancia en el país. El mecanismo de licitación permitirá definir la mejor alternativa según las necesidades del mercado y los potenciales usuarios.

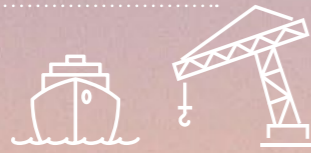


El Puerto de Gran Escala es el proyecto más importante del país.

# Resumen

Una inversión de US\$:

**5.242** millones se estima para el período 2018-2027 en infraestructura portuaria chilena.



**2.400** millones significará el Puerto de Gran Escala en la macrozona central.

Los proyectos en carpeta de las empresas estatales del rubro portuario son por un total aproximado de:

US\$ **2.850** millones.

**515** instalaciones portuarias de diferente función y capacidad, existen actualmente a lo largo de Chile.



Realizar cambios a nivel institucional ayudaría a mejorar la competitividad del transporte marítimo y el comercio exterior, siendo necesarios para el progreso del rubro.

Dos condiciones se deben cumplir para cubrir el déficit de infraestructura portuaria de los proyectos mayores en la zona central (de manera que en 2027 se encuentre cubierta la brecha): primero, que la decisión sobre nuevas instalaciones se adopten durante los primeros meses de 2018 y luego, que no ocurran imprevistos a lo largo del desarrollo de los proyectos.





# FERROCARRILES

## Resumen Ejecutivo

342

En este capítulo se analiza la situación actual y proyectos de inversión en ferrocarriles, con foco en las iniciativas que promueve la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE). Así, no se estima una brecha, sino que se anticipan las inversiones asociadas al desarrollo previsto. Al tratarse de la única entidad que puede ofrecer el servicio, se puede asumir que promueve proyectos para resolver necesidades futuras previamente dimensionadas. Se revisó experiencia internacional reciente para identificar los principales objetivos de trabajo en el caso de pasajeros. Como resultado se recomienda una atención particular a la calidad de servicio, a las respuestas a las personas en caso de fallas, y a la disponibilidad de conexiones eléctricas y a internet. Esta última condición mostró doblar en importancia a la cantidad o comodidad de los asientos o a la limpieza de los vehículos en la precepción de los encuestados.

También se espera que la tecnología tenga un rol clave en los futuros desarrollos, a través de medios de pago, inspecciones automatizadas con drones, sensores, viajes sin ticket (con proceso y pago automático previamente autorizado), entre otros.

Los países desarrollados se encuentran implementando aplicaciones de inteligencia artificial y realidad aumentada para incrementar la eficiencia de sus operaciones. La tecnología permitirá ahorrar costos, mejorar la seguridad y segmentar finamente a los usuarios.

En el caso de carga, al igual que en los demás ámbitos asociados a la logística, se prioriza la eficiencia operacional a través de tecnología, y la disponibilidad de zonas especiales de servicios.

Los montos de inversión requeridos para avanzar con el desarrollo del sistema ferroviario al ritmo que se requiere, tanto en pasajeros como en carga, se presentan en la Tabla 8.1.

**Resumen de inversiones previstas para proyectos ferroviarios en el período 2018–2027 (MMUS\$)**  
> TABLA 8.1

	AVANCE BRECHA ANTERIOR		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	ICD 2016-2025	AVANCE 2016-2017	2018-2022	2018-2027
Pasajeros	2.406	769	793	3.812
Carga	1.630	-	516	1.081

Fuente:  
Elaboración propia.



En síntesis, las inversiones proyectadas para proyectos ferroviarios de pasajeros y carga alcanzan poco más de US\$5.500 millones en la próxima década y en algunos casos, en un plazo mayor que 2027. De este total, el monto que corresponde a proyectos con probabilidad mayor de ejecución entre 2018 y 2023, asciende a US\$1.188 millones, quedando US\$1.204 millones para el quinquenio 2023-2027, y un remanente de US\$640 millones para una fecha posterior a 2027 debido a su costo, complejidad y posible prioridad.

El monto total también suma inversiones asociados a iniciativas cuya definición en cuanto a fechas, alcances y coherencia con el resto de los planes, todavía no se ha concretado. Es el caso del proyecto para un servicio de ferrocarriles de pasajeros y carga entre Santiago y Valparaíso, por un total de US\$1.600 millones<sup>1</sup>, y las mejoras estructurales de la red ferroviaria que conecta a la Región Metropolitana con el puerto de San Antonio, incluyendo un *bypass* a Santiago para facilitar los flujos de carga.

Respecto a la evolución de las inversiones según lo previsto en el ICD 2016, la Tabla 8.2 contiene un resumen de los avances observados y el estado actual de las iniciativas.

**US\$4.900 millones es la inversión proyectada para la próxima década.**



1. Según propuesta de consorcio privado, en estimación preliminar de enero 2018.

Estado de avance de proyectos reportados en ICD 2016 > TABLA 8.2

PROYECTO	ICD 2016		ICD 2018	
	ESTADO 2016	ESTADO 2018	INVERSIÓN (MILLONES DE US\$)	MEJORA (REAL O PREVISTA)
Extensión a Coronel	En ejecución, 50% del avance físico. Puesta en marcha a fines de 2015.	En operación	77	1,6 millones de pasajeros extra para BioTren
Rancagua Express	En ejecución. Puesta en marcha para primer semestre 2016.	Se inició en 2017	650	24 millones de pasajeros por año cuando se inicie tramo Rancagua
Alameda - Melipilla	Estudio de Ingeniería Básica y detalle. Ejecución en 2017.	En tramitación de permisos	1.100	Proyecta 30 millones de pasajeros al año
Quinta Normal-Batuco	Estudio de factibilidad. Entrega para 2018.	En estudio de ingeniería	530	Se estima que atenderá 11 millones de pasajeros anuales
Mejora frecuencia Merval	En ejecución	Terminado	42	Frecuencia mejorada
Tren Temuco-Gorbea y modernización de 7 estaciones aledañas	Proyecto en discusión	En estudio de ingeniería		Mejora de conectividad, flujo y velocidad
Tren Alerce-Puerto Montt	Proyecto en discusión	Diseño de ingeniería	250	Mejora de conectividad de Puerto Montt
Puente Biobío	Proyecto en discusión	En estudio de ingeniería	120	Descongestión del flujo de trenes

Fuente:  
Elaboración propia con base en Plan Trienal EFE, Plan Maestro EFE.

En resumen, los proyectos que ya estaban en proceso de construcción comenzaron a operar, y el resto de las iniciativas se encuentran en etapa de ingeniería, con plazos inciertos de ejecución.

Los resultados de los servicios de pasajeros que iniciaron su funcionamiento en 2017, han sido positivos en términos de la preferencia de los pasajeros, que masivamente han hecho uso de la nueva alternativa.

En cifras, de un total de inversiones comprometidas por US\$4.036 según lo registrado en el ICD 2016, se ejecutaron obras por US\$769, que comprenden el nuevo servicio a

Nos y Rancagua, la extensión a Coronel y las mejoras de frecuencia de Merval.

El resto corresponde a proyectos de gran impacto en el potencial de la red y en los servicios a los pasajeros, como el puente ferroviario en Biobío o la instalación de un servicio en la zona de Alerce y Puerto Montt, todos los que se encuentran en etapas iniciales de estudio o aprobación, lo que confirma que las obras posiblemente inicien su ejecución en el segundo tramo temporal considerado en este informe, quedando principalmente las inversiones asociadas al Plan Trienal en los primeros cinco años.

## Contexto

El desarrollo ferroviario de los últimos años en Chile se ha centrado principalmente en proyectos de trenes de cercanías, para pasajeros. La extensión de BioTren hasta Coronel, y los servicios de Tren Central desde Estación Central hacia Nos y próximamente hasta Rancagua, muestran un cambio en cuanto a la consideración de los ferrocarriles en el sistema de transporte urbano y suburbano de personas.

La carga en cambio no ha mostrado novedades en términos de nuevas vías (aparte de las que forman parte de los nuevos proyectos de pasajeros), o modificación de las existentes. La Empresa de Ferrocarriles, EFE, continuado reportando pérdidas<sup>2</sup>, retrocediendo desde la tendencia que había logrado revertirse progresivamente hasta 2014. Las estadísticas de movimiento de carga en la red norte (privada) también muestran

una caída en los últimos dos años, que debería comenzar a revertirse en la medida que la actividad minera gane mayor dinamismo.

A pesar de esto, el interés por un desarrollo ferroviario más activo no ha disminuido. Nuevas iniciativas relacionadas con proyectos de acceso a actividades productivas o conexiones interurbanas de mediana y larga distancia como Santiago-Concepción o Santiago-Valparaíso, vuelven a aparecer en la planificación, con propuestas renovadas de modelos de negocios y de integración con los sistemas existentes. Posiblemente el éxito de pasajeros que han mostrado los proyectos más recientes, respalda la conveniencia de contar con más alternativas sobre rieles. El concepto de movilización sobre rieles comienza a surgir en las propuestas de movilidad urbana, como respuesta a la necesidad de transporte masivo de personas.

2. Según sus resultados de 2016, EFE registró pérdidas equivalentes a US\$96 millones. En 2015 perdió US\$110 millones.



Como se ha comentado en versiones previas del Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD), la red ferroviaria nacional en el norte es de propiedad y administración privada, con la excepción del ferrocarril de Arica a La Paz, operativo por condiciones de tratados internacionales. La red sur en cambio pertenece a la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE), que la gestiona en forma directa para los servicios de pasajero y a través de concesiones privadas para la carga.

EFE se encuentra gestionando una diversidad de proyectos que surgen desde las comunidades y también desde sectores productivos. Sin embargo, aún es difícil visualizar una estrategia integradora de esos proyectos, que facilite la planificación en el tiempo y le de coherencia al plan completo.

El Plan Trienal de Inversiones que, a pesar de cubrir solo tres años, obliga a definir

prioridades, debería cumplir un rol como eje del desarrollo mientras no se cuente con un instrumento formal válido para el largo plazo.

Esto no ocurre por ahora, y los contenidos del plan abordan mejoras referidas en su mayoría a la continuidad de los servicios y a aumentar la seguridad y el respaldo para evitar la interrupción de las operaciones. Solo en nivel de estudios el Plan Trienal considera nuevos proyectos.

Uno de los aspectos que requiere atención es la capacidad de materializar las inversiones en el plazo en que son requeridas. De lo contrario, la brecha continuará agrandándose y el nivel de servicio a los usuarios se deteriorará gradualmente.

En este capítulo se revisa tanto la evolución observada en la demanda por servicios ferroviarios como las propuestas de nuevas líneas con su justificación.



## Tendencias internacionales

Arup, consultora internacional especializada en proyectos de ingeniería y diseño urbano, publicó un informe sobre el futuro de los trenes hacia el año 2050. Junto con proyectar la demanda, el estudio incluye la revisión de aspectos que determinarán el servicio de transporte para las próximas décadas. Entre ellos destacan los cambios climático y demográfico, avances en tecnología y crecimiento de la economía. Una de las recomendaciones principales del estudio se refiere a la necesidad de proyectar este modo desde una mirada creativa que aporte innovación y pueda responder a escenarios diferentes de los conocidos. Los cambios que permitirán las nuevas tecnologías aun no son predecibles, por lo anterior, se recomienda una gran dosis de flexibilidad y capacidad de cambio.

A continuación, se presenta un resumen de las conclusiones y comentarios más relevantes. En forma consistente con otros sectores, la densificación urbana será la tendencia dominante que condicionará en gran medida las soluciones de transporte que sean seleccionadas:

- Hacia 2050, alrededor del 75% de la población mundial vivirá en ciudades (para el mismo plazo se espera que en Chile sea sobre el 90%). Se estima que la población urbana mundial está creciendo a razón de dos personas por segundo, sumando 172.800 nuevos habitantes urbanos cada

día (en otras fuentes se estima esta cifra en un total neto semanal de 1 millón de personas adicionales viviendo en ciudades, lo que explica 2.000 millones más de habitantes en el planeta alrededor de 2050). La concentración urbana será el origen de megaciudades y mega regiones. Estas últimas pueden extenderse cientos de kilómetros y albergar a más de 100 millones de personas, como ya ocurre en conurbaciones chinas. Este ritmo rápido y creciente de la urbanización creará una fuerte presión sobre los sistemas e infraestructuras de la ciudad que en algunos casos presentan escasa holgura de crecimiento. Así se genera una oportunidad para medios masivos de transporte, como el ferrocarril, que requieren volúmenes de demanda altos para justificar su construcción y financiamiento.

- Se anticipa que más del 20% de la población mundial tendrá 60 años o más en 2050, en comparación con alrededor de 11% en la actualidad. El envejecimiento de la población tendrá un impacto en el diseño y la elección de soluciones de movilidad. Es más, se cree que en las regiones más desarrolladas el número de personas mayores será casi el doble que el número de niños. Además, se espera que para esos años el 50% de la población mundial se clasifique como de clase media, lo que tendrá implicancias sobre las frecuencias y distancias de viaje.

**Se espera que para 2050 el 90% de la población chilena viva en ciudades.**

- Los cambios de temperatura y el aumento del nivel del mar pueden tener implicaciones importantes para el diseño, la operación y el mantenimiento de la infraestructura de transporte. Al igual que las carreteras, los ferrocarriles costeros y el metro están sujetos a inundaciones por el aumento del nivel del mar y las marejadas ante tormentas. Esto es particularmente válido en los caminos subterráneos y túneles. El aumento de inundaciones por fuertes precipitaciones y mareas podría afectar el transporte ferroviario de pasajeros y las operaciones de flete. Por lo tanto, la infraestructura de transporte deberá construirse teniendo en cuenta estos posibles escenarios, lo que posiblemente incida en costos adicionales asociados a refuerzos, protecciones y sistemas de extracción de agua, entre otros.
- La velocidad y el acceso a los datos influirán en la relación de los pasajeros con el transporte, así como con en sus procesos de toma de decisiones sobre modo y ruta. Los pasajeros buscarán certeza en términos de tiempo; la información confiable y precisa en tiempo real será clave. Los productos y servicios deberán basarse en información sobre el pasajero individual y sus necesidades. Las nuevas tecnologías abren la posibilidad de una segmentación fina para satisfacer este requerimiento, lo que crea la necesidad

de contar con sistemas capaces de recolectar, almacenar y procesar, enormes cantidades de información.

- Aumentará el funcionamiento de trenes sin conductor, aspecto que hasta ahora pocas ciudades han logrado; entre ellas Copenhague, París, Singapur, Dubái y São Paulo. Una de las ventajas de los sistemas automatizados es la optimización del tiempo de desplazamiento, puesto que facilitan la operación con intervalos menores de salida, lo que mejora el rendimiento de la flota. Como ejemplo, el Metro de Dubai cuenta con una red de 75 km y opera sin conductores, constituyéndose en la red autoconducida más amplia del mundo. En América de Sur solo la Línea 4 del metro de São Paulo, que opera bajo concesión privada, funciona en forma automatizada y sin conductores.
- En el ámbito de la carga también se incorporan servicios de trenes sin conductor. En Australia Occidental, la empresa minera Río Tinto utiliza trenes autoguiados para entregar su mineral de hierro a los puertos, siendo esta la primera red ferroviaria de transporte pesado, de larga distancia y automatizada del mundo. Esta solución ha aumentado significativamente el rendimiento ferroviario, acortando los tiempos de viaje al eliminar las paradas para los cambios en la tripulación y reduciendo el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de una operación más eficiente.



- Las estaciones de tren se convertirán en destinos en sí mismas, como centros de actividad, intercambios de negocios, recreación y conexiones. De casi un millón de visitantes semanales a la estación de St. Pancras de Londres, se estima que aproximadamente un 25% sólo concurre a servicios de comida y compras, no asociadas a un viaje. Especialmente para estaciones localizadas en áreas centrales, la tendencia es a agregar servicios como gimnasios y centros de reuniones. Esto cambia la estructura tradicional y también abre posibilidades a nuevos modelos de negocios en los que el componente inmobiliario debe analizarse como inversión separada y complementaria en términos de la generación de ingresos.
- El uso de la tecnología será un punto esencial para el mejoramiento de la eficiencia, la seguridad y la satisfacción de los usuarios. Un ejemplo es el uso de drones para inspeccionar puntos críticos por parte de la compañía ferroviaria holandesa ProRail. Los drones, equipados con sensores infrarrojos, verifican la temperatura de puntos clave. Si los puntos de conmutación están congelados, los trenes no pueden usar los rieles, lo que ocasionaría retrasos considerables. El uso de drones para inspección de los depósitos de trenes y para mantenimiento preventivo puede transformarse en una tendencia en el mediano plazo, con un resultado directo de reducción de costos de operación.

- La operación de redes internacionales integradas facilita los viajes y compite en muchos casos favorablemente con el avión y transporte privado por carretera. Cruces de fronteras ágiles y flexibles pueden activar los servicios de ferrocarriles de mediana y larga distancia con mayor dinamismo. El rol de columna vertebral de los sistemas de transporte otorga al ferrocarril una ventaja que favorece la integración con los demás modos. Por esto, el diseño de la red ferroviaria es crítico para las definiciones posteriores de los demás servicios.
- La tecnología también facilitará el acceso a los trenes, a través de viajes sin tickets. No se encuentra lejos la posibilidad de que exista una forma de autorización universal para viajar y el pago se procese automáticamente cuando se realice el viaje. Mientras más comunes se hacen las transacciones habituales por medios rápidos, en forma remota y sin contacto, más alto es el costo que los usuarios perciben en hacer una cola para completar trámites que podrían ser automáticos.

**El rol de columna vertebral de los sistemas de transporte otorga al ferrocarril una ventaja que favorece la integración con los demás modos.**



Por otro lado, la encuesta “The National Rail Passenger Survey” que realiza anualmente la empresa ferroviaria inglesa, Transport Focus, determinó los puntos positivos y negativos que los usuarios ven del uso de trenes. Alrededor de 30.000 personas fueron encuestadas y con la información recolectada se determinó que:

- La puntualidad es la variable de servicio que tiene mayor impacto en la satisfacción del usuario (un 36%). Un 18% opinó que la limpieza y el estado del tren definen la calidad de su viaje, mientras que el largo del trayecto se asocia con insatisfacción en un 17% de los casos. El resto de los usuarios considera que la comodidad de los asientos y la frecuencia de los trenes son factores que afectan la satisfacción.
- Respecto a la insatisfacción, los usuarios mencionaron en primer lugar a la forma en que las empresas administran las situaciones de demora o cambios de itinerarios (52%), Faltas de puntualidad y confianza son, como podía esperarse, fuentes directas de insatisfacción, con un 17% de las menciones. Por esto, resulta tan necesario prever alternativas para el caso de retrasos, por ejemplo.

La tendencia no es muy diferente en otros casos, incluyendo Chile, en que la demanda por un servicio bien organizado y eficiente, que evite pérdidas de tiempo y se anticipe a

los problemas, es valorado en forma creciente por los viajeros.

Respecto al impacto de estas tendencias sobre la infraestructura, lo más relevante aparte de las instalaciones propias para la operación, es el tratamiento diversificado de las estaciones. También surge con fuerza en las medidas de insatisfacción la falta de conexiones eléctricas y de wifi (esta última duplica por ejemplo a la disponibilidad de asientos como medida de molestia). La seguridad personal y la información abundante y de buena calidad, provista idealmente por el personal de la estación, son aspectos especialmente valorados por los usuarios.

Adicionalmente, el Ministerio de Transporte de Gran Bretaña<sup>3</sup> entregó en 2017 un reporte llamado “Connecting people: a strategic vision for rail”<sup>4</sup> en el cual se detallan los cambios necesarios para que los pasajeros puedan disfrutar sus viajes y hacer de ellos no solo una necesidad, sino una experiencia valorada. Por ejemplo, se mencionan entre varios puntos, los siguientes:

- Mejoras en la política de compensaciones en caso de retraso. La compensación que hasta ahora se entregaba por retrasos superiores a 30 minutos, cambió ese límite a 15 minutos.
- Política de inclusión con énfasis en facilidades para los discapacitados. En este caso no solo se busca dar facilidades de desplazamiento, sino contribuir a la real

3. Reino Unido es un referente para analizar avances y tendencias del sistema ferroviario, por su larga historia e innovaciones.

4. <https://www.gov.uk/government/publications/a-strategic-vision-for-rail/connecting-people-a-strategic-vision-for-rail>.

integración de las personas que tengan limitaciones de tipo físico, mental, cognitivo o sensorial. Se requiere conocer mejor a este grupo de potenciales usuarios, entender sus necesidades principales y promover acciones de inclusión, no solo en el plano comercial sino también de trabajo en las empresas.

- Minimizar el esfuerzo que las personas deben hacer para tomar un tren. El objetivo es proveer información completa y de fácil acceso a los usuarios para evitar molestias —y especialmente la ansiedad— generadas por la incertidumbre sobre la continuidad de su viaje.

En resumen, los planteamientos estratégicos en el Reino Unido sobre el futuro del transporte ferroviario de pasajeros, muestran que el objetivo central es proveer un alto nivel de servicio a los viajeros, con el fin de aumentar la atraktividad del modo frente al automóvil y avión. Para lograrlo, se requiere avanzar en integración, tecnología y capacitación del personal, pero en una forma diferente de la conocida. Temas como realidad aumentada, inteligencia artificial, integración digital de sistemas de información, medios de pago y personas, son parte de los documentos de trabajo más recientes.

En cuanto a la infraestructura, se requiere renovación y aumentos oportunos de capacidad, además de generar una red bien conectada entre los sectores productivos y

los puertos. Las definiciones relacionadas con infraestructura en el caso mencionado, están condicionadas al cumplimiento de requisitos de calidad ambiental y urbana. Adicionalmente se requiere considerar la integración con las redes urbanas, y la necesidad de dar cobertura superpuesta a viajes de longitudes muy diversas.

El aumento de la demanda de pasajeros y la mayor capacidad de carga, junto con las preocupaciones sobre el cambio climático, está explicando una especie de renacimiento ferroviario a nivel mundial. Incluso las regiones que tradicionalmente no han tenido una cultura de viajes en tren, como los países del Consejo de Cooperación del Golfo o partes de Asia donde ha habido una subinversión histórica, están invirtiendo en ferrocarriles.

**En Inglaterra la puntualidad es la variable de servicio que tiene mayor impacto en la satisfacción del usuario (un 36%).**

# Situación actual y diagnóstico

## Infraestructura y servicios actuales

En términos de red, las líneas ferroviarias se dividen en sección norte y sur. La primera es de propiedad y operación privada y cuenta solo con servicio de transporte de carga. Por otro lado, la red sur es de propiedad de EFE y opera tanto a nivel de pasajeros como de carga. La Figura 8.1 muestra la localización de las redes ferroviarias en el país, tanto públicas como privadas.

Red ferroviaria de EFE > FIGURA 8.1

Fuente: Elaboración propia con información EFE.

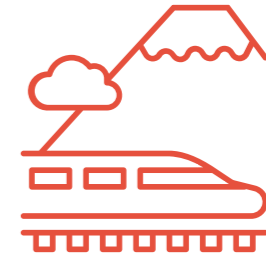


Fuente: Elaboración propia a base de EFE y Plan de Incentivo a la Carga Ferroviaria (Picaf).

## Red de carga

La red más lejana hacia el norte del país es la vía que une la XV Región de Arica y Parinacota con La Paz, Bolivia. Este servicio surge del tratado suscrito por ambos países en del año 1904. Actualmente consta de 28 estaciones que unen 440 km, de los cuales 207 km se encuentran en territorio chileno.

Un poco más al sur, pero aún en el norte del país, las vías pertenecen a operadores privados y se dedican únicamente al traslado de carga ligada a la industria minera, característica de la zona. Diversas empresas del rubro son dueños de vías ferreas transversales, mientras que Ferronor es propietaria de las longitudinales. Esta última empresa es la responsable de la mayoría de las rutas y conecta los sectores productivos con puertos. La Tabla 8.3 muestra un resumen de las características y propiedad de la red.



Chile cuenta con casi 5 mil kilómetros de vías ferroviarias de carga, concentrándose principalmente entre las regiones I y IV.

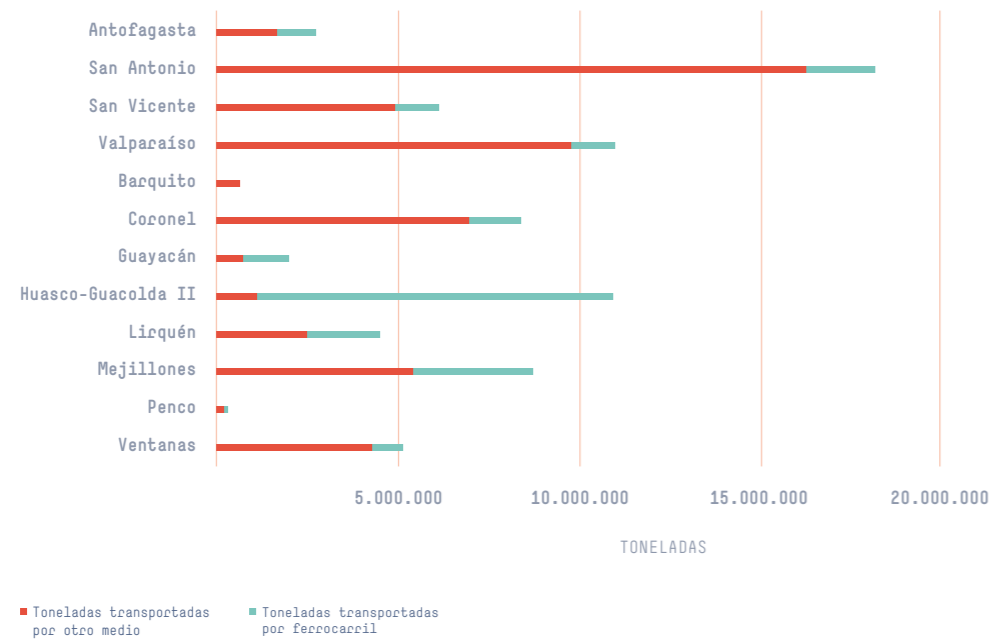
## Principales características red de carga

> TABLA 8.3

RED	REGIÓN	DETALLE	CARGA MOVILIZADA AL AÑO 2016 (MILLONES DE TONELADAS/AÑO)	KM DE VÍA	OPERADORES	COMENTARIO
Norte	XV	Arica - Visviri (La Paz)	17,15	205	FCALP	Red pública de uso público operada por EFE
	I a IV	Ferronor + FCAB + Ramales		3.030	Pirazzoli; Antofagasta PLC; SOM; CMO; Codelco	Red privada de uso público con operadores privados
Sur	V a X	Fepasa + Transap	10,25	1.729	Fepasa; Transap	Red pública de uso público con operadores privados + EFE según tramo

Según los registros del sector portuario, la participación del tren como movilizador de la carga es baja, como se muestra en la Figura 8.2.

**Modo ferroviario en la carga portuaria**  
> FIGURA 8.2



Respecto a la propiedad de las vías y de la infraestructura, la Figura 8.3 muestra la participación de empresas públicas y privadas en el total. Un 52% de los viajes que consideran un puerto como origen o destino, se dirigen o salen de instalaciones privadas, mientras que el porcentaje restante corresponde al sistema público. La empresa FCAB (Ferrocarril Antofagasta Bolivia, de propiedad y administración privadas) es activa en el transporte de minerales hacia los puertos de Antofagasta y Mejillones.

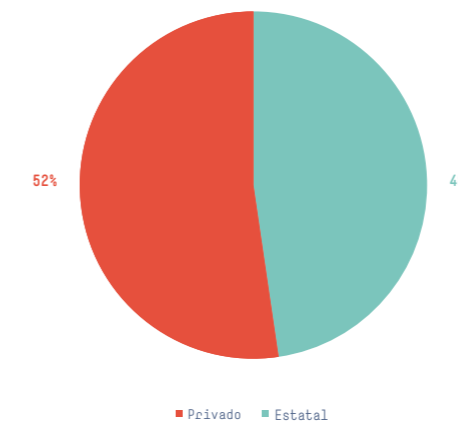
Fepasa y Transap son las empresas concesionarias encargadas de operar la red sur. Ambas empresas se dedican a transportar carga aunque su volumen total representa una proporción menor del total movilizado, que mayoritariamente se transporta por carreteras. El ferrocarril es utilizado principalmente para transportar graneles y cargas de alta densidad que no necesiten estándares elevados de manipulación, alcanzando las proporciones que muestra la Figura 8.4.

Fuente [8.2-8.4]:  
Elaboración propia.

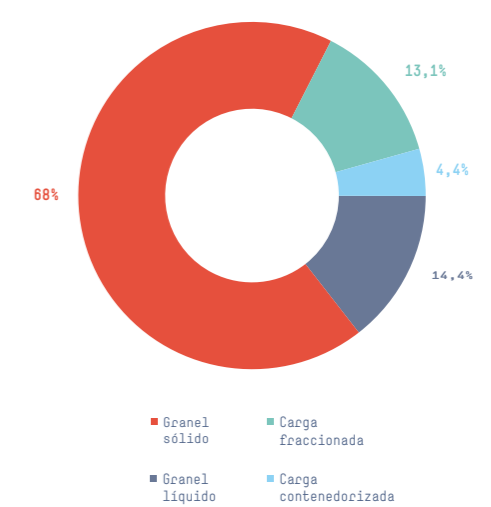
El ferrocarril es utilizado principalmente para transportar graneles y cargas de alta densidad.



**Proporción de carga ferroviaria según tipo de puerto.** > FIGURA 8.3



**Composición de las cargas transportadas por ferrocarril.** > FIGURA 8.4



Un índice de uso frecuente para comparar la situación de diferentes países, es el porcentaje de la carga total movilizada en un año en ferrocarril (medida en toneladas/kilómetro), respecto al porcentaje que corresponde a carretera. Se observa que en Chile la carga movilizada por vías férreas es aproximadamente un 10% del total. La comparación entre países puede ser apropiada para establecer una meta de participación, sin embargo, el índice se explica también por una serie de factores más complejos, como la configuración geográfica del territorio o la propia historia de desarrollo del modo ferroviario en cada país.

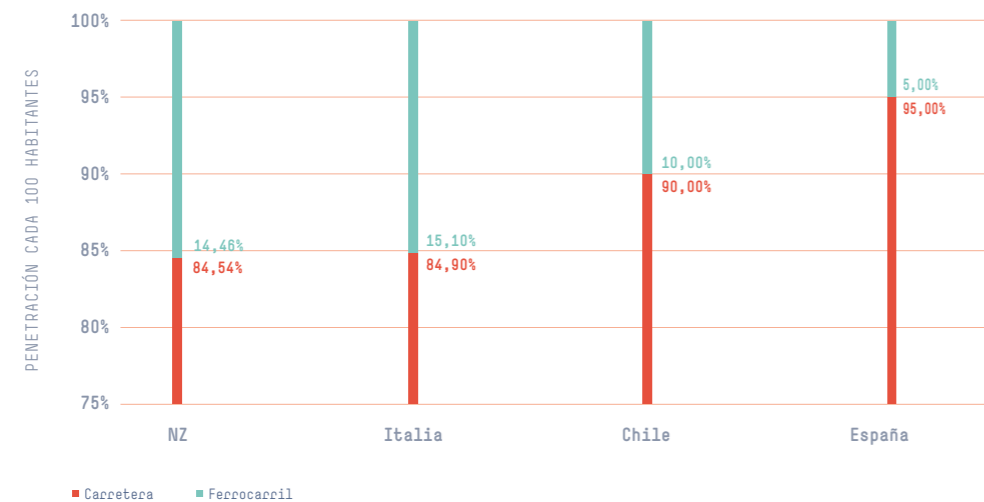
**En Chile la carga movilizada por vías férreas es aproximadamente un 10% del total.**



Fuente:  
Elaboración propia.

**Participación del ferrocarril en transporte terrestre, 2013.**

> FIGURA 8.5



Fuente:  
Elaboración propia.

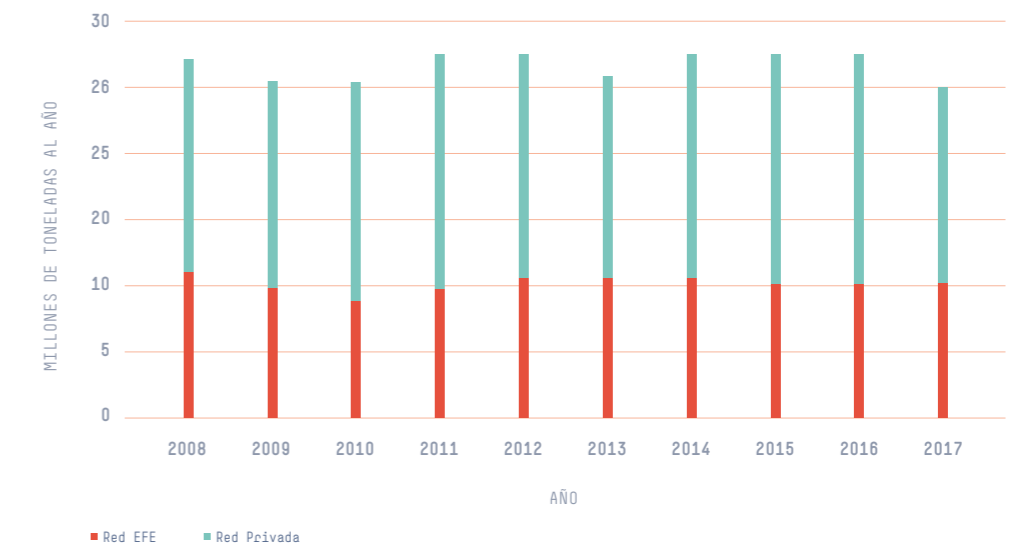
La Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) en su Plan Estratégico plantea el objetivo de lograr que la carga movilizada por ferrocarril represente un 20% del total.

**Participación del ferrocarril, casos de referencia en industria de transporte. > FIGURA 8.6**



Respecto a la carga transportada por tipo de red, la Figura 8.7 muestra que tanto las proporciones como el volumen anual han tendido a mantenerse en los últimos 10 años.

**Carga transportada por tipo de operador > FIGURA 8.7**



Fuente:  
Elaboración propia.

**Red de pasajeros**

Además de ser propietaria de todas las vías férreas de la zona sur, EFE provee servicios de pasajeros en Valparaíso y de Santiago al sur. La empresa cuenta con tres filiales operadoras, cada una con su propio material rodante, que trabajan con una estructura de holding:

- Merval (Metro de Valparaíso): servicio suburbano que se compone de la línea propia, más las combinaciones por bus a Limache, Quillota, La Calera y Olmué. Merval ha logrado equilibrio financiero en sus operaciones y es el servicio mejor

evaluado por los pasajeros de la Región de Valparaíso.

- TMSA (Trenes Metropolitanos S.A.), que combina cuatro servicios suburbanos: Terrasur (Santiago-Chillán), Metrotren (Santiago-San Fernando), Expreso Maule (Santiago-Linares) y Talca-Constitución.
- Fesur: combina tres servicios suburbanos: Biotrén, Corto Laja y Victoria-Temuco.

La Tabla 8.4 muestra un resumen de estos servicios, por región y operador respectivo.

**Características de la red de pasajeros**

> TABLA 8.4

RED	REGIÓN	NOMBRE	COMPORTE VÍA CON CARGA	PAX/AÑO 2016	KM DE VÍA	OPERADORES	COMENTARIO
Sur	V	Limache - Puerto (Merval)	Si	19.660.000	43	Merval	Red pública de uso público operada por EFE
	RM-VI	Santiago - San Fernando	Si	389.000	134	TMSA	
	RM-VII	Santiago - Chillán	Si	214.000	400	TMSA	
	VII	Talca Constitución	No	61.000	89	TMSA	
	VIII	Biotren	Si	3.200.102	68	FESUR	
	VIII	Laja (S. Rosendo) - Talcahuano	Si	594.313	88	FESUR	
	IX	Victoria - Temuco	Si	455.754	60	FESUR	
<b>TOTAL</b>				<b>24.574.169</b>			

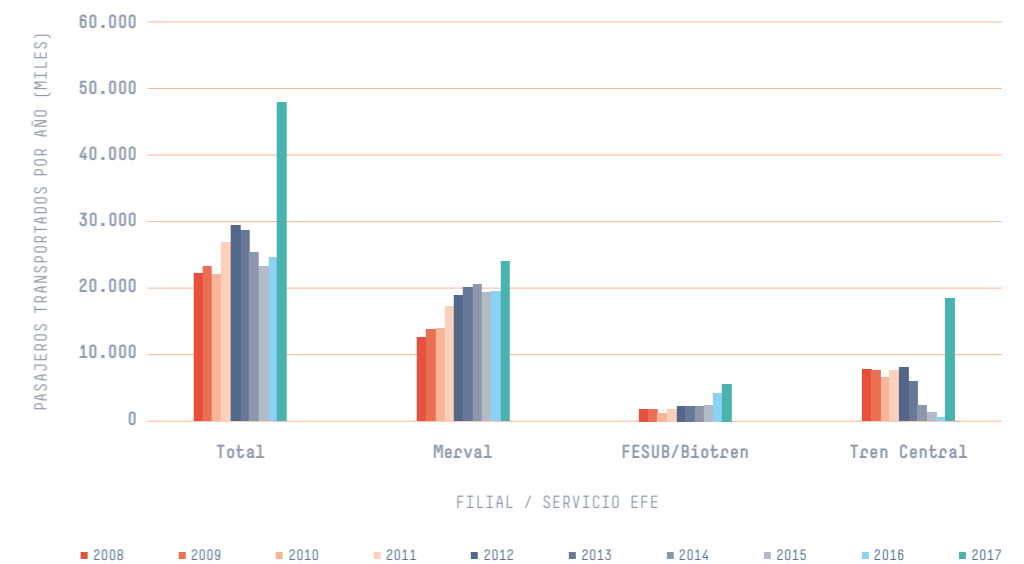
Fuente: Elaboración propia con base en EFE.

**24 millones de pasajeros utilizaron las redes de ferrocarriles en 2016. Merval y Biotrén, lideran las preferencias.**

La Figura 8.8 muestra la evolución de la demanda de pasajeros por cada operador y en el total. Para completar el dato de 2017 se realizó una estimación de los últimos meses considerando una proporción del año similar a los demás servicios en esa ruta.

**Demanda anual de pasajeros por servicio, 2008-2017**

> FIGURA 8.8



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el gráfico el impacto significativo de la entrada en operación de Tren Central y un aumento sostenido de la demanda en Merval. En su operación hasta Nos, Tren Central opera integrado a los demás servicios de transporte urbano, lo que posiblemente explica la alta afluencia de pasajeros.

## Iniciativas ferroviarias seleccionadas por la Cámara Chilena de la Construcción

La Cámara Chilena de Construcción publicó en 2017 un resumen de todas las iniciativas nacionales de infraestructura que resultan

claves para la competitividad del país. Entre ellas se incluyen proyectos ferroviarios, según se muestra en la Tabla 8.5.

### Proyectos ferroviarios seleccionados por la Cámara Chilena de la Construcción > TABLA 8.5

PROYECTO	COSTO MMUS\$	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Tren rápido entre Santiago y Valparaíso	2.450	Conexión de Gran Valparaíso con la Región Metropolitana	Construcción de estructura ferroviaria entre Santiago y puertos de Valparaíso y Ventanas. Longitud de 180 km. Contempla construcción de Centro de Intercambio Modal, un centro logístico de transferencia de carga de ferrocarril a camión, lo que ayudaría a aumentar el aporte de carga en un 16% a 2025.
Extensión Metro Regional de Valparaíso	1.459	Extensión de red de Metro actual a las comunas de Calera y Concón.	Extensión a tres comunas: Quillota, La Cruz y La Calera. También se propone es construir una nueva línea del metro existente hacia Viña del Mar
Tranvía San Clemente – Talca – Maule	235	Mejorar el transporte público del sector	Aumento de transporte público a través de medios masivos para poder disminuir congestión por motorización privada. Tiene una extensión de 30 km.
Reconstrucción y habilitación ramal Chillán – Termas de Chillán	156	Revitalizar proyecto actual ferroviario	Reconstrucción de la vía que dejó de utilizarse en 1957. Tendría como estación final las Termas de Chillán.
Tren Subterráneo Concepción “Biometro”	223	Intensificar uso de tren	Con objetivo de descongestionar las vías se crearía un tren de recorrido urbano. Contaría con 8 estaciones: Padre Hurtado (Concepción), Angol – Lincoyán, Anibal Pinto-Colo Colo, Tribunales, Hospital U. de Chile, Juan Bosco, Plaza Acevedo, Terminal de buses – estadio y Universidad del Bío-Bío.
Acceso ferroviario Norte a Concepción	328	Optimizar intercambio de carga y pasajeros entre Concepción y Chillán	Extensión de tren Savtiago – Chillán hasta Concepción. Con esta nueva vía de 70 km de longitud se descongestionarían las rutas entre productores y puertos.
Terminal ferroviario para Los Ángeles	s/d	Mejorar conectividad local e integrar sistema logístico de cargas	Extensión de vía desde Monte Águila hasta Los Ángeles. Promueve la descongestión de la zona y la multi-modalidad.
Sistema de tren urbano del Gran Temuco	105	Alternativa de transporte eficiente	Se contemplan 2 líneas que crucen El Gran Temuco. Incorporando los sectores de Padre Las Casas, Labranza e incluso Fundo El Carmen.

Fuente:  
Elaboración propia.

Algunas de estas iniciativas se encuentran en discusión por largo tiempo, como por ejemplo el ferrocarril Santiago-Valparaíso, sin que exista una definición respecto a plazos ni modelo de negocios.

Durante el período de preparación de este informe, un consorcio local integrado además por empresas chinas, ha propuesto un sistema de ferrocarril para pasajeros y carga, con una inversión estimada de US\$1.600 millones y sin subsidio del estado. En este caso se trataría de una concesión a través de la Ley de Ferrocarriles, lo que genera un proceso diferente al que establece actualmente la Ley de Concesiones.

De la lista seleccionada por la Cámara de la Construcción, no se incluyen en este informe las siguientes iniciativas:

- Biometro, que consiste en un tren urbano subterráneo para Concepción. Aunque es un tema que se discute permanentemente, aún no existen definiciones ni avances que permitan anticipar su operación al menos durante el período 2018-2023.
- Acceso ferroviario norte a Concepción. Es un proyecto que genera alto interés en la industria forestal, por la mejora significativa que implica contar con una conexión ferroviaria hasta los puertos de la región. Aun así, se requiere trabajo previo para determinar su viabilidad y plazo de ejecución. Un mecanismo de concesión privada podría acelerar esta etapa inicial de definiciones.

## El desarrollo ferroviario de los últimos años en Chile se ha centrado principalmente en proyectos de trenes de cercanías, para pasajeros.

- Ramal Chillán-Termas. En el caso de establecerse una solución ferroviaria para la conexión Santiago-Concepción, con nuevo estándar, se debería evaluar la conveniencia de este ramal por su impacto sobre la conectividad de población rural y sobre el potencial de la actividad turística.
- Sobre la conexión San Clemente-Talca, es posible que se incluya en la definición de una estrategia para el crecimiento de los servicios de cercanías, puesto que los tramos suburbanos presentan perfiles de demanda que contribuyen a su viabilidad.

# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

## Los planes de desarrollo ferroviario

364

Los esfuerzos por potenciar nuevamente el modo ferroviario en esta última década, se acentuaron en Chile entre 2012 y 2014. Se desarrolló un plan estratégico de EFE y un Plan de Incentivo a la Carga Ferroviaria (Picaf), que hasta hoy se utiliza como referencia del crecimiento esperado.

Aparte de los documentos indicados, orientados hacia el desarrollo de largo plazo, EFE establece objetivos más inmediatos de acción a través de un Plan Trienal de Inversiones. Ese es el documento oficial en que la empresa asume compromisos de ejecución para los recursos que el Estado le asigna. Algunos de los proyectos presentados antes forman parte del Plan Trienal.

En su versión 2017-2019, el Plan Trienal considera lo siguiente:

- Continuidad operacional crítica: este primer grupo de inversiones está destinado al aumento de seguridad de los servicios y a asegurar la disponibilidad de la infraestructura adecuada para funcionar. Algunos proyectos considerados son el mantenimiento de puentes y defensas fluviales, reposición de infraestructura de vías, protecciones a cruces de nivel y corrección de desniveles de cruces ferroviarios.

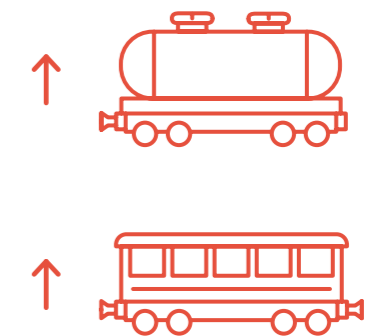
- Seguridad y continuidad operacional: este apartado incluye la mejora de la seguridad y la disponibilidad de los canales de circulación. Las acciones relacionadas tienen que ver con la reposición de sistemas de señalización, electrificación y comunicación, conservación y reposición de material rodante, y protección y reposición de infraestructura. Los estándares de funcionamiento para pasajeros son, por razones obvias, más restrictivos que aquellos dedicados a carga. Preparar estos estándares ayuda a materializar proyectos de pasajeros en un plazo más breve que el observado en los últimos 5 años.
- Productividad operacional: el objetivo de este tramo de la inversión es aumentar la productividad y eficiencia de todas las operaciones de la empresa. Esto considera nuevos negocios ferroviarios, modernización de plataformas y gestiones para una mayor explotación de la industria. El plan trienal menciona que en esta línea se harán inversiones en el nivel operacional, recuperación de activos y sistemas de gestión corporativos. El impacto de este grupo de inversiones puede ser alto si se observa el desbalance entre

ingresos y costos que ha acompañado a la empresa por décadas, y que ha tendido a profundizarse en los últimos 4 años.

- Aumento de transporte de carga: tal como su nombre lo indica, se espera fomentar el crecimiento del transporte de carga de manera significativa (siguiendo lo propuesto en el PICAF y Plan Maestro). Esto ayudará no solo a fortalecer el rol de ferrocarriles en el sistema de transporte nacional sino que también es un aporte para mejorar el índice de competitividad, que en el caso de Chile está negativamente afectado en la actualidad por la calidad y disponibilidad de los servicios ferroviarios. En este grupo se dará prioridad a las conexiones y operaciones en el acceso a puertos.
- Aumento de transporte de pasajeros: se espera entregar un mejor servicio a los clientes con el fin de que este modo sea inclusivo, seguro, puntual, cómodo y predecible, todo para lograr una mejor experiencia de viaje. Para esto se dispone de inversiones que apoyan la creación de servicios ferroviarios suburbanos en la Región Metropolitana, Valparaíso y Zona sur del país. El Plan Trienal incluye las etapas de estudios, pero no la ejecución.

365

## El aumento del transporte de carga y de los pasajeros, forman parte de los objetivos planteados por EFE en su plan Trienal 2017-2019.





## 45 kilómetros dedicados exclusivamente al transporte tendrá el *bypass* ferroviario a Santiago entre Malloco y Quilicura.

En resumen, el plan de inversiones está diseñado para mejorar la seguridad, confiabilidad, cobertura y capacidad de la red actual. No considera financiamiento para los proyectos en carpeta sino solo los estudios y los cambios en la infraestructura que es necesario realizar en forma previa a los proyectos.

Todo lo anterior debería contribuir a que se cumplan las metas del plan estratégico, siempre que exista el ambiente económico adecuado: al menos duplicar el transporte de carga y triplicar el número de pasajeros hacia fines de 2020.

Después de 2020, se prevé que se pondrán en marcha tres proyectos importantes en cuanto a la conexión e infraestructura de la red primaria. Ellos son:

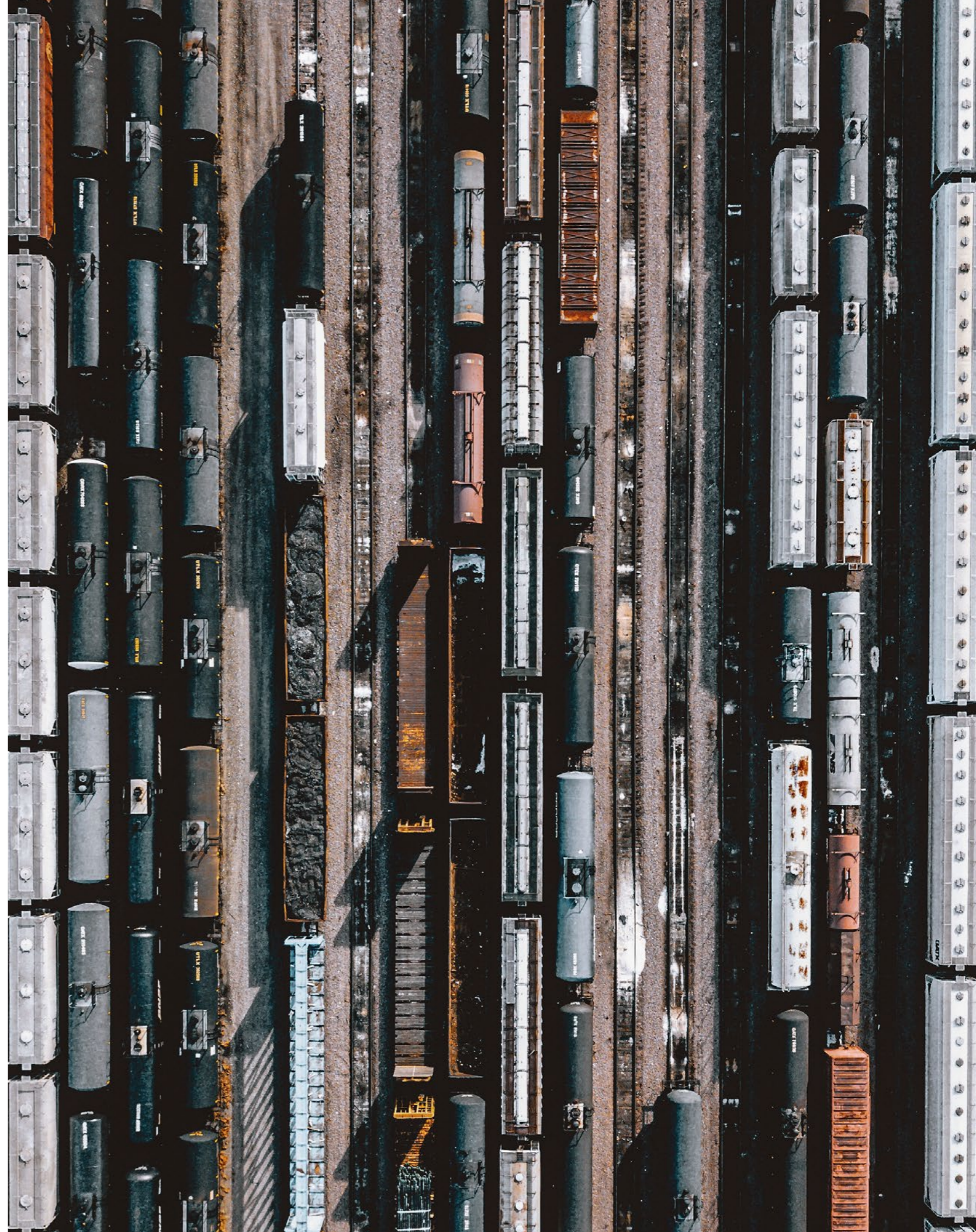
- Habilitación de tren entre Estación Mapocho y Batuco, lo que continúa con el concepto de trenes de cercanías, extendiendo la red hacia el norte.
- *Bypass* ferroviario a Santiago dedicado solo a transporte de carga. El objetivo es separar carga de pasajeros en el tramo central. Se contempla un trazado de 45 kilómetros entre Malloco y Quilicura.
- Estaciones intermodales para transporte de contenedores.
- Nueva línea para servicio de pasajeros Santiago-Concepción.
- Nueva línea para servicio de pasajeros Santiago-Valparaíso.

A esto se le suman objetivos que definen el modelo de negocios de EFE y su estructura, y establece ciertas líneas de trabajo. Entre ellas:

- Reestructuración y replanteamiento de rol de filiales operacionales que trabajan en paralelo junto a EFE.
- Coordinación entre entes del Estado y empresas del Grupo EFE.
- Nuevo modelo de negocios para transporte de cargas.
- Nuevos planteamientos y estrategias de inversión para financiar déficits operacionales.
- Nueva forma de gestionar la infraestructura.

Estos planteamientos no se han modificado y la empresa avanza en la materialización de los proyectos previstos en el plan para lograr los volúmenes de carga y pasajeros esperados en el largo plazo.

**El plan estratégico de EFE contempla duplicar el transporte de carga y triplicar el número de pasajeros hacia fines del año 2020.**



## Proyecciones de crecimiento

Como se mencionó anteriormente, y si se cumplen las inversiones previstas dentro de plazos y presupuestos, los próximos años deberían mostrar un cambio de tendencia y crecimiento para la industria ferroviaria. Existen proyectos que están próximos a materializarse, dependiendo de medidas de gestión para lograrlo. Se presenta a continuación el estado de algunos proyectos emblemáticos y el detalle de sus etapas de ejecución.

### Tren Alameda-Melipilla

El proyecto encabeza la lista de financiamientos futuros. Se prevé que este servicio disminuya en hasta dos horas diarias los tiempos de viaje de quienes actualmente realizan el trayecto. El plan considera la conexión de ocho comunas, lo cual genera una demanda proyectada de unos 30 millones de pasajeros anuales. Además, considera estaciones intermodales con conexiones a metro y buses para que el sistema esté completamente integrado con los servicios de transporte público local y en Santiago. La frecuencia prevista será de 24 minutos en horario punta y del doble para horario valle.

En cuanto a infraestructura, el proyecto considera lo siguiente:

- 12 nuevas estaciones
- 22 trenes eléctricos con capacidad para transportar bicicletas
- 21 cruces vehiculares desnivelados
- 10 cruces a nivel protegidos
- 63 cruces peatonales protegidos
- Intervalos de operación de 4 y 8 minutos entre Alameda y Malloco
- Intervalos de operación de 12 y 24 minutos entre Alameda y Talagante
- Intervalos de operación de 24 y 48 minutos entre Alameda y Melipilla

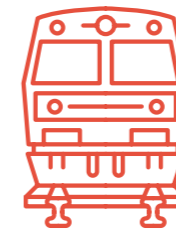
Actualmente el proyecto terminó su etapa de ingeniería y se espera que a comienzos de 2018 se gestionen los procesos de aprobación por parte del Servicio de Evaluación Ambiental.

### Tren Santiago-Batuco

Este nuevo programa considera la creación de un servicio de alto estándar entre Santiago y Batuco para transporte de pasajeros y de carga. Se espera rehabilitar las vías de carga, desnivelar cruces vehiculares, construir pasarelas para los usuarios y mantener una interconectividad en ambas regiones. Se proyecta una demanda estimada de 11 millones de pasajeros anuales y una velocidad promedio de 160km/hora. La frecuencia esperada es de un tren cada 6 minutos durante el horario peak. El proyecto está a nivel de estudios todavía, su aprobación se esperaba para fines del año 2017.

### Puente Biobío

Desde el año 1889 los trenes de la zona transitan por una única vía férrea que atraviesa el río Biobío. En este caso, el crecimiento de las comunas de San Pedro de la Paz y Coronel, han generado nueva demanda que la capacidad actual satisface con dificultad. En efecto, el puente ferroviario, dañado durante el terremoto de 2010, opera con restricciones de peso y velocidad que limitan la provisión de mayores frecuencias y mejores tiempos de viaje. Este proyecto contempla una inversión de 120 millones de dólares para un trazado de 2 kilómetros de largo. El plan original es crear un empalme en las riberas de las comunas de San Pedro de la Paz y Concepción. El puente apostará por brindar servicio a trenes de carga diésel y eléctricos.



**30 millones de pasajeros anuales tendría el tren Alameda-Melipilla.**

**160km/hora sería la velocidad promedio del tren Santiago-Batuco.**

**43 kilómetros tendría el trazado del tranvía Temuco-Padre Las Casas.**

**MMUS\$212 es la inversión que se contempla para el tranvía Viña del Mar-Reñaca.**

### Tranvía Temuco-Padre Las Casas

Este proyecto contempla la conexión de ambas comunas por medio de un tranvía de 43 kilómetros de recorrido. Para ello, se construirán nuevas vías y se repondrán trenes que tienen 35 años de antigüedad. Con estos nuevos carros se espera transportar a 600 personas diarias, mejorar el flujo y aumentar la velocidad de circulación, la que podría alcanzar 100 km/hora. Se espera que el sistema se actualice en cuanto a integración y tecnología, por lo que se incluirá el pago a través de tarjeta electrónica, vías de acceso y costo cero para personas con discapacidad.

En términos de avances, el proyecto tiene un estudio de pre-factibilidad y está en estudio la ingeniería para su futura ejecución. Se estima un costo aproximado de 127 millones de dólares y una posible inauguración para el año 2020.

### Tranvía Viña del Mar-Reñaca

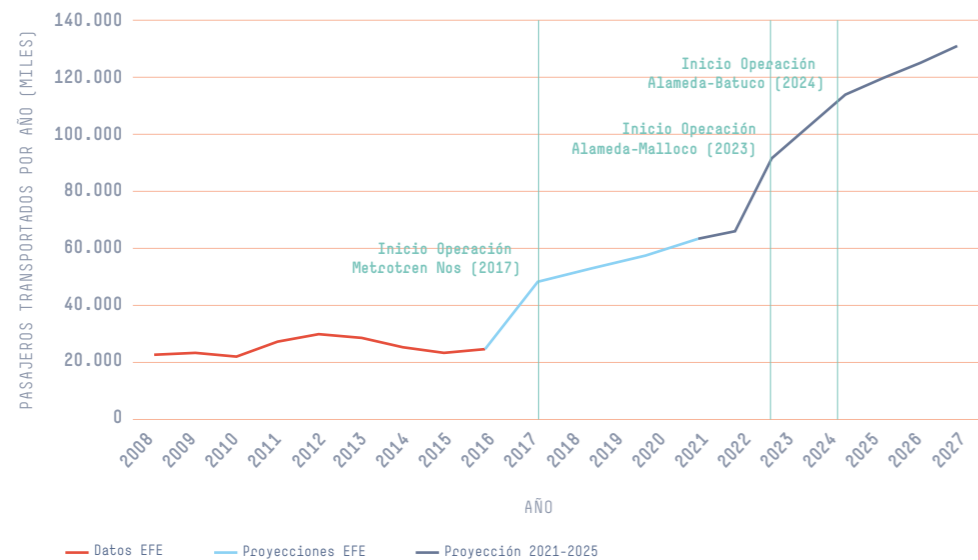
Hace aproximadamente seis años se está estudiando la posibilidad de la construcción de un tranvía que una la ciudad de Viña del Mar con su sector adyacente, Reñaca. Este proyecto consiste en un diseño de 10,5 kilómetros desde la estación Parroquia hasta "la isla" en Reñaca. Se espera que la demanda de este medio de transporte sea de 9 mil viajes en hora punta, con una frecuencia de dos minutos en ese periodo y con tarifas diferenciadas entre estudiantes y público general. La inversión estimada asciende a 212 millones de dólares.

La Figura 8.9 muestra la tendencia histórica de la demanda en cada caso y el impacto que produciría en la cantidad de pasajeros movi- lizados, la entrada de los nuevos proyectos, según las estimaciones respectivas.

**1.100**  
 millones de dólares sería el  
 costo del tren Alameda-Melipilla.

**Proyección de demanda de pasajeros 2018-2027**

> FIGURA 8.9



Fuente:  
 Elaboración propia.

El gráfico de la figura anterior muestra creci- miento entre los años 2011 y 2012, para lue- go decrecer en los años siguientes hasta la entrada en operación del servicio Santi- ago- Nos(2017), y su proyección hasta Ranca- gua. En conjunto, ambos servicios revierten



claramente la tendencia que se venía obser- vando desde el año 2008 en el sector.

Con respecto a las cargas, el gráfico de la Fi- gura 8.10 muestra la demanda real registrada hasta el año 2017, las estimaciones iniciales de EFE según su plan maestro 2014-2020 y las estimaciones generadas para este informe,

que consisten en una corrección de la curva originalmente prevista por EFE, que ahora se desplaza en el tiempo según el volumen de carga movilizado en el año 2017.

**Proyección demanda ferrocarril (carga)**

> FIGURA 8.10



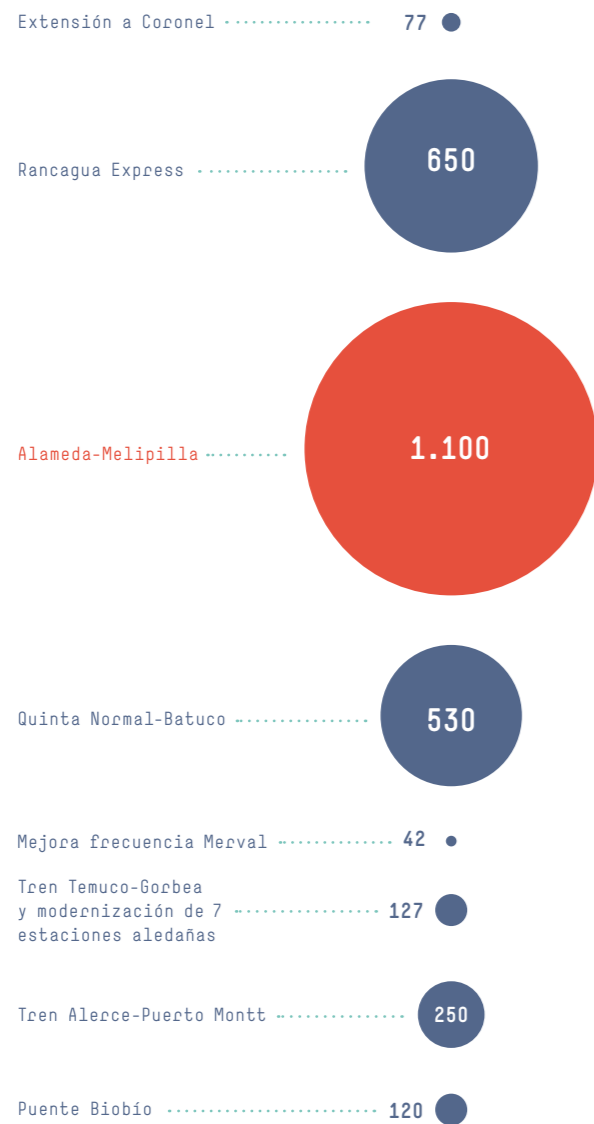
Fuente:  
 Elaboración propia.

La figura deja en evidencia la brecha que se produjo entre el plan establecido por la empre- sa en 2013 y la ejecución de los proyectos. En la práctica, asumiendo que la cartera de inver- siones se mantiene –porque la justificación de las iniciativas es la misma en términos de la

necesidad de servicios y capacidad– la curva de proyección se desplaza 4 años y luego cre- ce según estaba previsto, como resultado del mayor dinamismo económico esperado en este periodo y especialmente, como consecuencia de poner en marcha los proyectos rezagados.

## Cuantificación del déficit de infraestructura 2018-2027

### Inversión proyectos incluidos en ICD 2016 (Millones de us\$)

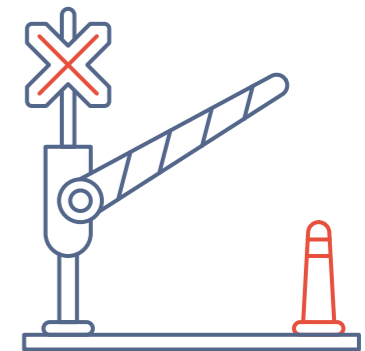


La densificación urbana será la tendencia dominante que condicionará en gran medida las soluciones de transporte que sean elegidas. Estos proyectos tendrían un impacto sobre casi 67 millones de pasajeros anuales.

La mayor parte de estas inversiones se trata por separado en su financiamiento, respecto de aquellas cubiertas con fondos de la Ley de Presupuestos. En efecto, otros recursos como el Fondo de Apoyo Regional (FAR) proveniente de la Ley de Subsidio al Transporte Público (Fondos espejo de Transantiago), o los propios fondos regionales, o deuda de la empresa, permiten avanzar en proyectos de mayor envergadura, en paralelo con el mejoramiento permanente del sistema, según lo propone el Plan Trienal.

Fuente: EFE.

El monto de inversión en ferrocarriles crece respecto al ICD 2016 por dos razones: la primera es que proyectos rezagados vuelven a entrar en la tabla de iniciativas por realizar. La segunda es que se han agregado proyectos, especialmente de trenes urbanos, que en la versión previa no se habían discutido lo suficiente como para incorporarlos a la cartera.



La Tabla 8.6 muestra el detalle de las inversiones del nuevo plan trienal de la empresa estatal.

### Inversiones proyectadas en proyectos ferroviarios según Plan Trienal 2017-2019

> TABLA 8.6

PLAN TRIENAL DE INVERSIÓN 2017-2019	PROYECTOS DE INVERSIÓN (MMUS\$)			
	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	TOTAL PT
	140,5	264	151,2	555,7
1. Continuidad Operacional Crítica	37,3	92,2	47,2	176,7
2. Seguridad y Continuidad Operacional	56,3	66,9	50,4	173,6
3. Productividad Operacional	5,1	10,2	3,1	18,4
4. Aumento Transporte de Carga	19,1	93,2	49,6	161,9
5. Aumento Transporte de Pasajeros	22,7	1,5	0,9	25,1

La Tabla 8.7 contiene un resumen de las inversiones programadas y su distribución en el tiempo según el Plan Trienal 2017-2019, actualmente vigente.

**Inversiones proyectadas según tramos temporales y tipo de financiamiento > TABLA 8.7**

		2018-2023	2023-2027	POST 2027	TOTAL
Proyectos EFE por financiar (pasajeros y carga)	Alameda-Melipilla	367,4	223,6	450,0	1.041,0
	Temuco-Gorbea		127,0		127,0
	Alerce-Puerto Montt		250,0		250,0
	Extensión Merval a Reñaca-Concón - La Calera		212,0	190,0	402,0
	Mapocho-Batuco	287,0	250,0		537,0
	Puente Biobío	120,0			120,0
<b>Total proyectos EFE</b>		<b>774,4</b>	<b>1.062,6</b>	<b>640,0</b>	<b>2.477,0</b>
Plan Trienal 2017 - 2019	Continuidad Operacional Crítica	159,0	17,7		176,7
	Seguridad y Continuidad Operacional	130,2	43,4		173,6
	Productividad Operacional	9,2	9,2		18,4
	Aumento Transporte de Carga	97,1	64,8		161,9
	Aumento Transporte de Pasajeros	18,8	6,3		25,1
<b>Total Plan Trienal</b>		<b>414,4</b>	<b>141,3</b>	<b>0,0</b>	<b>555,7</b>
<b>Inversión prevista EFE</b>		<b>1.188,8</b>	<b>1.203,9</b>	<b>640,0</b>	<b>3.032,7</b>
Desarrollo de largo plazo	Refuerzo sistema ferroviario a San Antonio				550,0
	Bypass a Santiago				350,0
	Ferrocarril Santiago - Valparaíso				1.600,0
					<b>2.500,0</b>

Fuente: Elaboración propia a base de Plan Trienal EFE, Plan Mestizo EFE.

## El atractivo del ferrocarril no está dado automáticamente por la infraestructura. Se requiere, como lo señalan en Reino Unido y Australia, una acción decidida respecto a la implementación de medidas de servicio al cliente.

En síntesis, las inversiones estimadas para proyectos ferroviarios de pasajeros y carga alcanzan poco más de US\$5.500 millones en la próxima década y en algunos casos, en un plazo mayor que 2027. De este total, el monto que corresponde a proyectos con probabilidad mayor de ejecución entre 2018 y 2023 asciende a US\$1.188 millones, quedando US\$ 1.204 millones para el quinquenio 2023-2027, y un remanente de US\$640 millones para una fecha posterior a 2027 debido a su costo, complejidad y posible prioridad.

El monto total también suma inversiones asociados a iniciativas cuya definición en cuanto a fechas, alcances y coherencia con el resto de los planes, todavía no se ha concretado. Es el caso del proyecto para un servicio de ferrocarriles de pasajeros y carga entre Santiago y Valparaíso, por un total de US\$1.600 millones, y las mejoras estructurales de la red ferroviaria que conecta a la Región Metropolitana con el puerto de San Antonio, incluyendo un *bypass* a Santiago para facilitar los flujos de carga.

Los datos mostrados en la Tabla 8.7 resultan de recolectar información sobre proyectos y planes individuales. Dada la importancia del tema y la magnitud de las inversiones, resulta clara la carencia de un plan estructurado con prioridades y coordinaciones entre

los proyectos. Por ejemplo, una solución de conexión a San Antonio puede resultar prioritaria con el desarrollo del puerto de gran escala en esa ciudad.

Al agregar las necesidades de conectividad de los pasajeros, el mapa de inversiones se hace aún más complejo porque requiere definiciones de prioridad de uso o duplicación de las redes, criterios de financiamiento que podrían involucrar gestión de la infraestructura por privados y recomendaciones sobre el rol y propuesta incluidos en el Plan Trienal.

El monto de inversión en ferrocarriles crece respecto al ICD 2016 por dos razones: la primera es que proyectos rezagados vuelven a entrar en la tabla de iniciativas por realizar. La segunda es que se han agregado proyectos, especialmente de trenes urbanos, que en la versión previa no se habían discutido lo suficiente como para incorporarlos a la cartera. En el caso del Plan Trienal, aun cuando los montos están establecidos para un período fijo, la realidad muestra que es frecuente ejecutar una parte fuera de ese período. Por eso se realizó un supuesto sobre la proporción que con mayor probabilidad se ejecutará dentro del trienio y cual quedará como arrastre para el siguiente. De hecho, lo previsto en 2017 no se ejecutó durante ese año debido a que el Plan Trienal se aprobó en octubre del mismo año.

## Recomendaciones de acción

376

La cartera de proyectos ferroviarios revela un nuevo entusiasmo por llevar a cabo iniciativas de conectividad interurbana, servicios de cercanías y servicios de carga en diferentes lugares del territorio.

Dada la magnitud de las inversiones y la complejidad de su implementación, es indispensable contar con una estrategia de desarrollo clara. Una alternativa es actualizar el Plan Maestro elaborado en 2013 (para el período 2014-2020). Otra, complementar antecedentes en documentos como Picaf, y una tercera modificar el Plan Trienal para tomar cuenta de la necesidad de una estructura clara con prioridades y presupuesto.

Entre las recomendaciones que es conveniente reforzar en este capítulo están:

- Profundizar las recomendaciones referidas al servicio al cliente como foco de gestión. El atractivo del ferrocarril no está dado en forma automática por la infraestructura. Se requiere, como lo señalan en Reino Unido y Australia, una acción decidida respecto a la implementación de medidas de servicio al cliente. Para esto se recomienda enfatizar en

información abundante y oportuna, aplicaciones de servicios, y facilidades de conexión a internet, por tratarse de una necesidad básica para los viajeros actuales, particularmente aquellos que se desplazan por motivo de negocios.

- Un segundo foco en la gestión dirigida a clientes, es la capacidad de administrar situaciones de malestar (típicamente atrasos). Las personas tienen un grado razonable de tolerancia por lo impredecible, pero la incapacidad de reaccionar a imprevistos deteriora gravemente la percepción del servicio y de la empresa.
- Dado el desbalance entre la cantidad de iniciativas y la disponibilidad de fondos, es urgente que EFE en conjunto con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones generen los mecanismos necesarios para atraer inversión privada tanto a la construcción como a la operación.
- En cuanto a los aspectos institucionales comentados en el ICD 2016, la situación no se ha modificado y se mantiene el área de normativa y fiscalización dentro de la propia empresa. Vale la pena reforzar la recomendación sobre la ne-

377

### La integración de los servicios de pasajeros deja de ser una opción para transformarse en una medida básica de buen servicio.

cesidad de que EFE tenga fiscalización externa sobre el cumplimiento de la normativa de seguridad y operaciones.

- El atraso en las inversiones previstas en el Plan Estratégico ha representado un desfase de cuatro años que tiene dos consecuencias importantes: por una parte, la demanda continuó creciendo, y en consecuencia la posible holgura de capacidad se reduce, y por otra, se ha postergado la posibilidad de atraer pasajeros a los servicios de transporte masivo, que es uno de los ejes de la política pública de transporte.
- Las iniciativas de mayor envergadura, como el tren Santiago-Valparaíso, deben estudiarse cuidadosamente y tener en cuenta la importancia de incrementar la oferta de transporte masivo para absorber la demanda por viajes en modos compartidos, evitando el uso de automóviles en el espacio urbano que será cada vez más escaso.
- Consideraciones ambientales pueden reforzar adicionalmente la conveniencia de invertir en ferrocarriles. Los compromisos de reducción emisiones que Chile firmó en

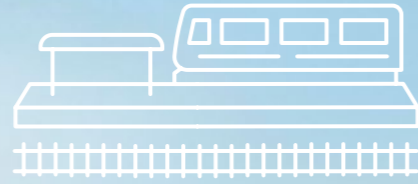
el Acuerdo de París, requerirán importantes esfuerzos de políticas públicas para su cumplimiento. Es recomendable entonces plantear la alternativa de servicios y energías menos contaminantes para el futuro.

- La integración de los servicios de pasajeros deja de ser una opción para transformarse en una medida básica de buen servicio. Por esto el soporte tecnológico debe examinarse para asegurar su incorporación y validez en un plazo extenso.
- Una red ferroviaria en la macrozona central podría actuar como eje estructurante de conexión entre las áreas más pobladas, los centros de producción y consumo y los puertos. Se generaría así un soporte de alto estándar para pasajeros y carga, precisamente en una zona en que, debido a las distancias, el avión no presenta ventajas. La cobertura de una red que incluya las regiones Metropolitana, Valparaíso y hasta el Biobío, debería proveer la estructura de movilización de pasajeros y carga que el país requerirá en las próximas décadas, integrando tanto los centros urbanos más poblados, como los puertos que operan en esta zona central.

## Resumen

**US\$  
4.900**

millones es la inversión proyectada para proyectos ferroviarios (pasajeros y carga) en la próxima década.



Entre 2018 y 2023, existen proyectos por US\$1.188 millones con mayor probabilidad de ejecución. Quedando US\$1.204 millones para el quinquenio 2023-2027. Y un remanente de US\$640 millones para los próximos años.

## Densificación urbana

Es esa será la tendencia dominante que condicionará en gran medida las soluciones de transporte.

Se genera una oportunidad para medios masivos de transporte, como el ferrocarril, que requieren volúmenes de demanda altos para justificar su construcción y financiamiento.

Solo el 10% del total de la carga se moviliza por vías férreas.

El objetivo de EFE es que llegue al 20%.

**24.574.169** pasajeros utilizaron las redes de ferrocarriles en 2016 en Chile. Merval y Biotren, lideran las preferencias



# LOGÍSTICA



# Resumen ejecutivo

382



El capítulo dedicado a Logística es nuevo en el informe "Infraestructura Crítica para el Desarrollo". Por primera vez se aborda en conjunto la cadena de transporte desde el origen hasta el destino de la misma.

El objetivo de esta incorporación es llamar la atención sobre la importancia de una visión coordinada de las inversiones. En efecto, es en el plano de los corredores logísticos donde se puede resumir las necesidades proyectadas en puertos, áreas de respaldo, carreteras interurbanas, vialidad urbana, ferrocarriles, aeropuertos y pasos fronterizos.

Las tendencias mundiales anticipan altas tasas de crecimiento anual de la carga movilizada en el mundo. La densificación urbana, los nuevos sistemas de compras, fabricación y distribución afectarán la for-

ma en que se solucionarán las demandas logísticas. La segmentación de entregas en bultos pequeños para destinatarios individuales, exige agilidad en los procesos, buena capacidad de seguimiento de los productos y consistencia entre la circulación de los vehículos de distribución y el tráfico urbano.

La automatización de procesos es especialmente necesaria en el caso de Chile debido a que su elemento diferenciador puede ser la seguridad y la agilidad de los trámites. Por otra parte, mientras no se resuelvan nudos de coordinación que aún subsisten, Chile no logrará mejorar su rendimiento logístico.

Las inversiones proyectadas, que son propias de este sector, se refieren principalmente a corredores bioceánicos y pasos fronterizos, según se presenta en la Tabla 9.1.

Fuente:  
Elaboración propia.

Resumen de inversiones en infraestructura para logística > TABLA 9.1

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	PROYECTO	INVERSIÓN 2018 - 2022 MMUS\$	INVERSIÓN 2023 - 2027 MMUS\$	INVERSIÓN TOTAL MMUS\$
Zonas de apoyo logístico	Puerto Seco Antofagasta	53		53
	Zona Logística Complejo Portuario Mejillones	10	4	14
	Zona Logística La Negra Empresa Portuaria Antofagasta	1	7	8
Corredores bioceánicos	Antofagasta-Santos	150	200	350
	Paso Las Leñas		250	250
	Túnel Agua Negra	400	700	1.100
	Corredor Concepción-Bahía Blanca	10		10
<b>TOTAL</b>		<b>624</b>	<b>1.161</b>	<b>1.785</b>

383

**MMUS\$1.785** es la inversión estimada para 7 proyectos de infraestructura de conectividad durante el período 2018-2027.

Se suma a este monto una proporción de los proyectos de vialidad urbana e interurbana relacionados con acceso a los puertos y conectividad de corredores, reportados en los capítulos correspondientes, por lo que no se agregan en esta cuenta.

La revisión del caso de corredores bioceánicos permite concluir que el potencial de captura de carga internacional es limitado y no debería ser parte de la demanda proyectada en los puertos a menos que exista evidencia sólida para ello. La desventaja de localización y conectividad de Chile aun no logran com-

pensarse con un buen índice de desempeño logístico ni con mayor frecuencia de servicio de las naves internacionales.

La necesidad de planificar la infraestructura asociada al transporte de carga con enfoque de redes logísticas surge con mayor fuerza en cada etapa del análisis porque permite ordenar las prioridades y planificar las inversiones oportunamente.

Entre las principales recomendaciones se encuentran: la necesidad de planificación integrada, la revisión de costos y grado de formalidad asociados a los servicios de apoyo en la actualidad, la digitalización de procesos como prioridad para alcanzar eficiencia y especialmente, la necesidad de materializar las propuestas de numerosos organismos que ha publicado documentos de diagnóstico y comparten los objetivos básicos. La situación actual es propicia para avanzar en temas concretos de desarrollo de las redes logísticas.

## La carga en el mundo

Las proyecciones mundiales de largo plazo anticipan altas tasas de crecimiento para el transporte en diferentes ámbitos. El International Futures Programme de la OCDE desarrolla periódicamente estudios a través de los cuales anticipa escenarios de infraestructura para las siguientes décadas, con objetivos a 2030. El último reporte<sup>1</sup> confirma las tendencias previstas por Cepal, el International Transport Forum y otros organismos especializados. Esta edición se dedicó especialmente a las necesidades asociadas a portales marítimos (*gateways*), nodos de conexión (*hubs*) y corredores interiores de carga (*inland corridors*), debido a que el crecimiento esperado en el periodo excede largamente la capacidad instalada en la casi totalidad de los países desarrollados. Las tendencias principales incluyen:

- Crecimiento económico estable pero continuo en los países desarrollados. El PIB podría ser un 50% mayor que hoy en Estados Unidos hacia 2030, y en el mismo plazo, el PIB de Europa sería 40% superior al que registraba en 2012. Las tasas más altas de crecimiento están previstas en la región Asia Pacífico. El PIB per cápita en India y China podría triplicarse en el periodo analizado. Sin embargo, a pesar de los avances, las economías en crecimiento aun mostrarán importantes brechas de ingreso con los países desarrollados.

- El crecimiento de las ciudades y el comercio internacional serán los principales motores de crecimiento del transporte.
- Para un PIB global que posiblemente se duplique hacia 2030, las tasas de crecimiento esperadas en tráfico aéreo alcanzan 4,7% anual en pasajeros, con un 5,9% previsto para la carga.
- El tráfico de contenedores debería aumentar sobre 6% al año, y el tráfico ferroviario de pasajeros y carga, entre 2 y 3% por año en el mismo tramo temporal.
- Las proyecciones señalan que entre 2010 y 2030, el volumen mundial de contenedores transferidos en puertos se cuadruplicará.

Las estimaciones anteriores surgen de proyectar las tasas de comercio internacional. No consideran cambios en las políticas públicas que podrían modificar las tendencias. En particular, los acuerdos dirigidos a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, presentes como eje en todos los planes de transporte del mundo desarrollado, muestran mayor incidencia en los últimos años y obligan a revisar las formas y modos de transporte.

Entre los elementos críticos para lograr mayor desarrollo, el estudio señala:

- La necesidad de lograr mayor competitividad a través de inversiones en infraestructura. Ninguno de los casos estudiados cuenta con holgura para absorber el

crecimiento que se anticipa. En el caso de Chile la situación es más crítica debido a que el país arrastra un déficit de inversión que se agrava frente al crecimiento potencial de la demanda, presionado por los avances en el Hemisferio Norte.

- Para lograr el nivel de inversión requerido la OCDE calcula que se requerirá destinar un 2,5% del PIB mundial a nuevas obras en las áreas de transporte, energía y aguas. Esta tasa es probablemente mayor en las economías en desarrollo, debido a su propio crecimiento.
- La tecnología en pasajeros y carga debería avanzar hacia soluciones de alta capacidad para movilizar grandes volúmenes y obtener ganancias de eficiencia.
- La necesidad de fortalecer el modelo de portal de terminales marítimos vinculado a corredores interiores (*Gateway + inland corridor*) para conectar con los centros de producción y consumo surge como una necesidad en este escenario. Al menos 6 sistemas de este tipo se encuentran en desarrollo entre Europa y Asia, apostando claramente por este modelo.
- Junto con lo ya mencionado, se anticipa también el fortalecimiento de un transporte más ecológico (*greening of transport*), fenómeno que coincide con los acuerdos de París, que buscan reducir fuertemente las emisiones derivadas de la movilización de pasajeros y carga usando combustibles fósiles.

- Se requieren nuevos esquemas de financiamiento para resolver estas necesidades. Entre ellos, los fondos especiales de infraestructura, presupuestos plurianuales de mediano y largo plazo y fondos de reserva con destino específico a mejoramiento de la infraestructura. Esto ha requerido cambios normativos, legales e institucionales para asegurar que los recursos estén disponibles para ese fin.
- Se ha discutido ampliamente la conveniencia de permitir inversiones en infraestructura desde fondos de pensiones, concluyendo que en este caso solo cabe considerar proyectos de alta rentabilidad y riesgo controlado. Las asociaciones público-privadas ocupan, por cierto, un lugar en la base de los esquemas propuestos.
- La planificación de largo plazo surge también como uno de los requisitos más importantes para asegurar la disponibilidad de capacidad en el futuro, en forma oportuna. Aun cuando este requisito ha estado presente en todos los casos de análisis, su materialización ha sido lenta y compleja aun en los países de mayor ingreso.

El énfasis que se recomienda en los últimos documentos publicados por entidades de la OCDE, es la elaboración de planes de infraestructura que consideren en conjunto tanto los aspectos de gestión como el financiamiento y desde luego, el análisis técnico que justifique los incrementos de capacidad requeridos.

1. OCDE (2012). Strategic Transport Infrastructure Needs to 2030. OECD Publishing.

## Las perspectivas de la logística

La logística ha evolucionado como ámbito de estudio desde la definición de rutas de distribución, hacia un complejo sistema de relaciones, identificándose en la actualidad como una disciplina que combina aspectos económicos, financieros, comerciales y técnicos. Desde el punto de vista del interés de este estudio, son dos los ámbitos del análisis:

- La industria logística con sus características y potencial de desarrollo, que se relaciona, naturalmente, con la disponibilidad de las redes físicas y de comunicaciones que permitan su desarrollo.
- El interés principal, que se refiere a las brechas de inversión para lograr eficiencia en el transporte de carga.

Iniciaremos esta sección con una breve revisión del primer punto, debido a que permite visualizar todas las actividades relacionadas que son requisito para contar con soluciones eficientes, más allá de la infraestructura.

Recientemente, The Boston Consulting Group (BCG) publicó un informe<sup>2</sup> que describe los elementos presentes en la industria logística, sus pesos relativos, rentabilidades e importancia para la provisión de un buen servicio.

En resumen, BCG señala que el gran crecimiento en ventas de la industria, superior al

20% al año, no se ha reflejado en igual crecimiento de las utilidades de las empresas proveedoras, que en promedio lo han hecho al 2% en igual período. Las empresas que han logrado un buen resultado en forma permanente, son aquellas que:

- Han reconocido a tiempo las oportunidades de la industria y se han dedicado a desarrollarlas.
- Han incorporado y mantenido buenas prácticas de gestión que les aseguran solidez financiera.
- En general, se encuentran en el área de los servicios, más que en la infraestructura.

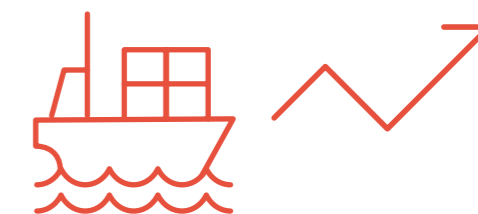
Para el mercado europeo, identifican los mayores retornos en los ámbitos de servicios de asesoría, sistemas de *courier*, distribución urbana, terminales interiores y transporte ferroviario. Los demás segmentos requieren grandes inversiones y podrán incrementar sus ingresos, pero se espera que los retornos sean inferiores a su costo de capital. Particularmente el sector portuario enfrentará fuertes presiones por rentabilidad, debido a la magnitud creciente de las inversiones requeridas. En este sentido, la Tabla 9.2 muestra la estructura de negocios asociados a logística y sus requerimientos.

2. Transportation and Logistics in a Changing World. The journey Back to Profitable Growth. The Boston Consulting Group. 2017.

Como se observa en la Tabla 9.2, la logística implica administración de conocimiento, capacidad, equipos e infraestructura. El interés de este análisis es el último grupo. En el caso de Chile, el segmento "terminales portuarios" es el más desarrollado mientras

que los "terminales interiores" posiblemente representan el déficit más importante. Las conexiones ferroviarias y aeroportuarias también muestran déficit, mientras que sistemas de almacenes y bodegas se encuentran en crecimiento.

**50%**  
más que hoy es el aumento estimado del PIB de EE.UU. hacia 2030. En el caso de Europa, es de 40%.



En el grupo de servicios, como se verá luego, la distribución urbana requiere anticipación en cuanto a la forma en que debe ser considerada en la planificación de las ciudades y el uso de la vialidad escasa.

El interés por el desarrollo futuro de la logística en el mundo se explica, en buena medida, por las expectativas de crecimiento del transporte de carga y por la necesidad creciente de movilizar bienes en plazos y con costos reducidos. En efecto, el comercio electrónico ha generado un cambio fundamental en los conceptos de movilización de carga, en dos frentes. Primero en los volúmenes movilizados por unidad de transporte, que crecen en el tiempo. Segundo, en las compras electrónicas que tienen asociada la distribución de lotes individuales de tamaño muy pequeño, cuya entrega requiere complejos sistemas de planificación y uso del espacio urbano, generalmente congestionado.

Un pionero en la identificación de tendencias es DHL, un operador logístico alemán que en 2012<sup>3</sup> ya anticipaba como un escenario futuro, el cierre de fronteras y el proteccionismo que podría afectar las transferencias internacionales de bienes.

Recientemente la misma compañía ha publicado un nuevo informe<sup>4</sup> que aborda las tendencias más importantes de la logística, considerando los escenarios económico, tecnológico y social de las próximas décadas,

distinguiendo entre aquellas con impacto más próximo y las que madurarán más allá de 2020.

La Tabla 9.3 muestra un resumen de aquellas que podrán verificarse dentro de los próximos 5 años. La Tabla 9.4 complementa esta lista con las tendencias que, según las proyecciones de DHL, madurarán después de 2020. Según se observa en la Tabla 9.3, solo una de las tendencias se reconoce como "de bajo impacto", mientras es posible esperar alto impacto en 7 de los 15 aspectos mencionados.

Un examen preliminar del marco de desarrollo de esta industria muestra que en Chile todavía es necesario recorrer un largo camino para discutir especialmente los aspectos relacionados con tecnología y nuevos modelos de negocios. Más aún, el foco de la discusión en el caso de nuestro país sigue centrado en:

- la disponibilidad de las redes básicas para contar con corredores que ofrezcan capacidad y servicios consistentes con las necesidades actuales.
- la coordinación de los servicios relacionados con el movimiento de carga, con el objetivo de mejorar la eficiencia y seguridad de los procesos.

Se requiere avanzar en estos puntos para evitar que a la brecha física se sume la distancia en el acceso a información y formas de trabajo respecto a los países más desarrollados.

Tabla 9.2. Segmentos en la industria logística > TABLA 9.2

CATEGORÍAS	SEGMENTOS DE NEGOCIOS LOGÍSTICOS						FOCO DEL NEGOCIO
Asesoría	Servicios de consultoría						Gestión del conocimiento
	Optimización de inventarios						
	Optimización de la cadena de oferta						
	Diseño de redes de distribución						
Servicios	Transporte terrestre en camiones	Transporte marítimo		Bodegaje		Gestión de la capacidad	
	Transporte ferroviario	Transporte aéreo		Servicios de valor agregado (información, consolidación)			
Ejecución	Segmentos de oferta en camiones	Operadores de transporte ferroviario	Líneas navieras	Líneas aéreas	Despachos postales de paquetería y documentos	<i>Courier</i> , entregas <i>express</i>	Gestión de los equipos
Infraestructura	Terminales en <i>hinterland</i>	Redes ferroviarias	Autoridades y empresas portuarias	Terminales portuarios	Aeropuertos	Bodegas	Gestión de la infraestructura

Fuente: BCG.

3. [http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/aboutus/SpecialInterest/Logistics2050/szenario\\_study\\_logistics\\_2050.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/aboutus/SpecialInterest/Logistics2050/szenario_study_logistics_2050.pdf)

4. DHL. LOGISTICS TREND RADAR, Delivering Insight Today. Creating value tomorrow. 2016.

**Tendencias dominantes de la logística que se materializarán en los próximos 5 años > TABLA 9.3**

TENDENCIA	IMPACTO	ALCANCES
Logística anticipada	Alto	Modelos predictivos, soluciones prediseñadas.
Logística de conveniencia	Medio	Ventas on-line 24/7.
Descongestionar la cadena de suministro	Medio	Combinación eficiente de modos.
Logística justa y responsable	Medio	Equilibrio rentabilidad-sustentabilidad.
Conexiones multipropósito	Bajo	Uso de redes existentes, combinaciones nuevas.
Logística omnicanal	Alto	Entregas desagregadas, interacción, servicio.
Entrega bajo demanda	Alto	Uso de redes sociales como contacto.
Logística de economía compartida	Medio	Plataformas integradas para mejor información.
Logística energía inteligente	Medio	Nuevos modos y energías alternativas.
Realidad aumentada	Medio	Mejor información de contexto a usuarios y trabajadores.
Big data	Alto	Seguimiento de transacciones para segmentación y mejor servicio.
Logística de nube	Alto	Nuevas formas de interactuar, seguimiento, ventas.
Internet de las cosas	Alto	Sensorización y bultos "inteligentes". Seguimiento remoto. Organización en línea.
Sensores tecnológicos de bajo costo	Medio	Mejoramiento de inspecciones.
Robótica y automatización	Alto	Eficiencia, menos errores, mayor precisión.

388

**Tendencias en la industria logística aplicables en más de 5 años. > TABLA 9.4**

TENDENCIA	IMPACTO	ALCANCES
Tamaño de lote uno	Medio	Microcompras y microentregas.
Poder gris logístico	Medio	Nuevas necesidades de población mayor.
Mercado logístico	Alto	Plataformas y corretaje digital. Información.
Logística de supergrid	Alto	Comunidades, redes, sistemas complejos.
Logística de tubo	Bajo	Mirando hacia el <i>hyperloop</i> como nueva vía.
Impresión 3D	Alto	Nuevas estrategias de fabricación y distribución.
Mejora biónica	Medio	Respaldo a operaciones logísticas seguras.
Identificadores digitales	Bajo	Trazabilidad y huellas de procesos. Control.
Vehículos de autoconducción	Alto	Multiplica opciones de entrega.
Sistemas de autoaprendizaje	Medio	Algoritmos en mejora continua.
Vehículos aéreos no tripulados	Medio	Drones para acceso limitado.



# Situación actual y diagnóstico

La necesidad de integrar las etapas de las cadenas de carga ha dado lugar a diferentes propuestas cuyo objetivo es, en el caso de las iniciativas de gestión, avanzar en lo necesario para corregir las descoordinaciones que se traducen en incrementos de costos finales de los productos.

La Tabla 9.5 muestra las entidades que en la actualidad y en los últimos años, se han

dedicado a fortalecer la visión de carga desde los conceptos de la logística.



Instancias formales de promoción del desarrollo logístico en Chile. > TABLA 9.5

INICIATIVA/PROYECTO	OBJETIVO /ÁREAS DE ACCIÓN	ESTADO ACTUAL
Programa Estratégico Nacional de Logística para Exportaciones.	Tráfico Inteligente en Transporte Terrestre	Promueve de planes de acción para cada tema, priorizando su implementación: por ejemplo, sistemas de seguimiento de la carga, observatorio logístico.
	Sostenibilidad ambiental	
	Implementación de Port Community Systems integrado con SICEX.	
	Seguridad y Salud Ocupacional	
	Capital Humano	
Transforma Logística Corfo <sup>5</sup> . Diversas iniciativas.	Información para la Competitividad	Instituto Tecnológico Logístico Nacional
División de Desarrollo Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones <sup>6</sup>	Creada en 2011 como Unidad y actualmente División, tiene como propósito desarrollar el marco normativo que favorezca la eficiencia del transporte de carga y coordinar a diferentes entidades públicas y privadas para mejorar continuamente los procesos.	Publicó planes estratégicos portuarios y ferroviarios, propuso soluciones de accesibilidad portuaria, implementó el Observatorio Logístico, ha generado instancias de trabajo coordinado (Conalog).
Comisión de Innovación para Puertos y su Logística, del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo <sup>7</sup> .	Creada en 2014 para preparar una propuesta de acción que permitiera acelerar en las coordinaciones y materializar las iniciativas.	Informe entregado a la Presidenta de la República.

5. <http://www.transformalogistica.cl/>

6. <http://www.mtt.gob.cl/pdl.html>

7. <http://www.cnid.cl/portfolio-items/informe-de-la-comision-presidencial-de-innovacion-para-puertos-y-su-logistica/>

Aparte de ellas, un conjunto de entidades privadas, como Universidades, la Confederación de la Producción y el Comercio, la Cámara Marítima Portuaria, el Consejo de Políticas de Infraestructura, gremios, empresas portuarias y ferroviarias, y gobiernos locales, han desarrollado periódicamente encuentros para promover la discusión de las necesidades más urgentes. Igual que en otros ámbitos, los diagnósticos coinciden en las siguientes tareas:

- Lograr coordinación entre agencias públicas.
- Contar con planes de largo plazo para el desarrollo de la infraestructura.
- Incorporar tecnología para agilizar los procesos y mejorar la eficiencia de las cadenas de carga.

Dada la abundancia de documentos, es evidente que el paso más urgente de todos es avanzar en medidas concretas que muevan al sistema en la dirección deseada. Queda entonces en manos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones la responsabilidad principal por lograr que el marco normativo se modernice y se eliminen en el corto plazo las ineficiencias que hoy paga nuestro comercio exterior o los consumidores nacionales.

Por su parte, el tratamiento de la logística ha evolucionado desde las tareas de almacenamiento y distribución hacia la integración cada vez más completa entre los puntos de origen y destino de la carga, enfatizando en los últimos cinco años el rol de los terminales portuarios como puntos neurálgicos del sistema logístico. Esto se justifica tanto por la localización de nuestro país como por el rol del comercio internacional en nuestra economía. Más recientemente, el concepto se ha modificado desde puertos hacia corredores logísticos de manera más formal. Por ejemplo, la División de Desarrollo

Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, ha actualizado el alcance de la nueva infraestructura portuaria de la macrozona central (Puerto de Gran Escala), refiriéndose a ella como “Corredor Logístico de Gran Escala”, reconociendo en esa forma la necesidad de incluir en la planificación portuaria los elementos del territorio interior. Junto con esto ha incorporado las redes de conexión interior a la planificación estratégica de los puertos.

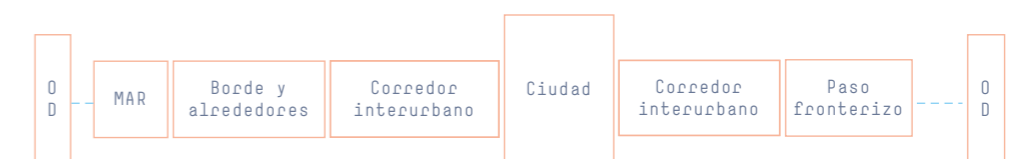
La existencia de corredores logísticos se ha potenciado en el mundo, abriendo nuevas perspectivas incluso a ciudades que no cuentan con un puerto. Un ejemplo claro es París, que ha establecido un corredor hacia Le Havre. Esto le ha permitido consolidar áreas industriales a lo largo de su extensión y potenciar el rol de las empresas y servicios localizadas en el entorno.

Otras iniciativas similares permiten identificar corredores asociados a industrias específicas, como el Corredor de la Fruta en Estados Unidos, el corredor de la I-95 en ese mismo país, que cuenta con una Asociación Gremial encargada de su gestión, el Corredor del Norte de Europa que abastece a Suecia y Noruega, y el mega-corredor entre China y Europa, que se despliega en una amplia red de carreteras y conexiones ferroviarias a lo largo de su extensión.

La Figura 9.1 muestra en forma esquemática la estructura de un corredor logístico que atiende el trayecto desde un puerto hasta zonas en el interior del territorio. Se utiliza este esquema como referencia, porque cubre la mayor parte de los casos, incluyendo movimientos dentro del territorio que requieren usar principalmente las redes interurbanas y el soporte de distribución urbana. En este capítulo se analizará cada uno de los componentes para luego dimensionar las brechas de inversión correspondientes.

## Esquema de partes de un corredor logístico internacional

> FIGURA 9.1



El corredor opera como tal desde un origen/destino a otro, incluyendo principalmente los tramos de transporte interno. Así, una vez que la carga llega al terminal marítimo, debe cumplir verificaciones en instalaciones del entorno, avanzar por un corredor interurbano (vial o ferroviario), distribuirse en la ciudad o reconfigurarse para avanzar a través de un segundo tramo interurbano hasta un paso fronterizo y desde allí hasta su destino final. Lo mismo ocurre en el tramo de regreso, considerando en ese caso que el tramo urbano probablemente no sea necesario.

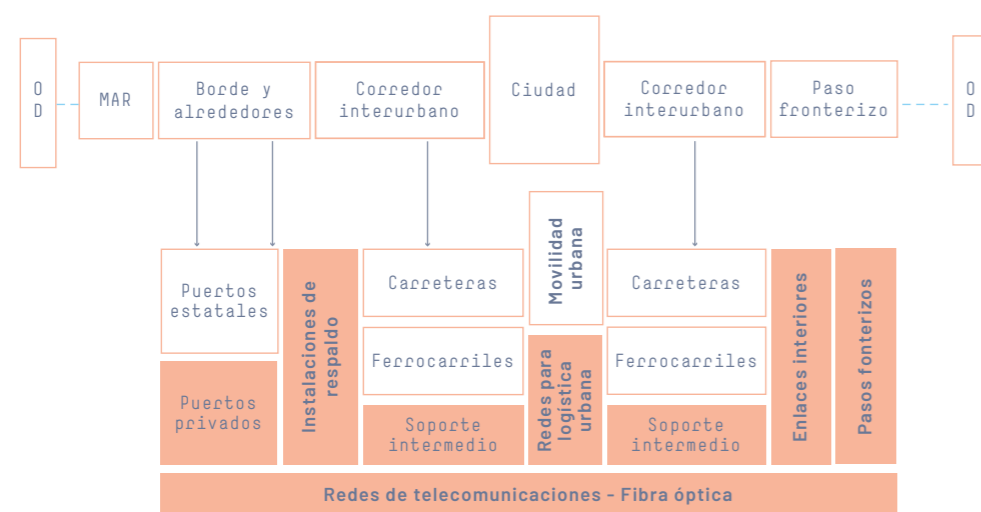
Para algunas de las etapas, se ha estimado el monto de inversión requerido. El capítulo de puertos de esta misma publicación aborda las inversiones en terminales y determina la fecha en que ellas serán requeridas. La vialidad interurbana y los ferrocarriles describen las necesidades en los tramos

respectivos. Parcialmente los proyectos de vialidad urbana responderán a las necesidades de distribución de carga en las ciudades. Sin embargo, quedan áreas intermedias que deben ser dimensionadas. La Figura 9.2 muestra los tramos en que se necesita nueva inversión para resolver la continuidad del trayecto adecuadamente.

## US\$3.000 millones es el costo del Megapuerto de Arica y el Corredor Bioceánico Aconcagua, los más elevados de la cartera de proyectos seleccionada por la CChC.

### Áreas de inversión por completar

> FIGURA 9.2



Por otra parte, la Cámara Chilena de la Construcción ha seleccionado un conjunto de iniciativas referidas a mejoras del sistema logístico, por más de 10 mil millones de dólares, según se indica en la Tabla 9.6. Como se indicó antes, en algunas de ellas se superponen proyectos que están considerados parcialmente en otros sectores, como las conexiones con los terminales portuarios. A continuación, se revisa cada componente,

identificando proyectos en cartera, montos estimados y fechas de inversión y el estado actual en que se encuentran. La estimación de inversiones, como se indicó antes, contiene montos ya incluidos en el cálculo correspondiente a vialidad y ferrocarriles. Sin embargo, se completará el análisis de las redes logísticas como sector independiente debido a que se requiere dimensionar el monto asociado a mejoras de la cadena completa.

Proyectos del ámbito logístico e integración seleccionados por la Cámara Chilena de la Construcción > TABLA 9.6

PROYECTO	COSTO MM US\$	ESTADO	OBJETIVO	AMBITO	CIUDAD	REGIÓN
Túnel de Agua Negra	1.500	Licitación	Conectar de manera permanente la Región de Coquimbo con la provincia argentina de San Juan para exportar hacia el Asia Pacífico.	Internacional	La Serena	IV
Corredor Bioceánico Aconcagua	3.000	Proyecto	Conformar un cruce confiable, eficiente y competitivo de la Cordillera de los Andes. Desarrollar un sistema de transporte y logística integrado, que vincule de manera eficaz Buenos Aires con Valparaíso / San Antonio / Ventanas.	Internacional	Valparaíso	V
Túnel Paso Las Leñas	1.700	Diseño básico e Ingeniería	Ser un corredor Bioceánico, que conecte Chile con Argentina, a través de la Región de OHiggins y Provincia de Mendoza.	Internacional	Rancagua	VI
Doble Vía San Javier Constitución (L-30-M)	120	Idea	Consolidación corredor bioceánico.	Internacional	Talca	VII
Doble Vía Ruta Internacional 215	120	Idéa	Contar y mejorar con una vía de doble calzada la conectividad entre Chile con Argentina y la Patagonia Chileno-Argentina acercando el mercado comercial atlántico a las regiones del sur austral de Chile.	Internacional	Osorno	X
Camino de Penetración de Puerto Natales a Caleta Tortel	800	Idea	Mejorar la conectividad marítima-terrestre entre las regiones de Aysén y Magallanes.	Portuario	Puerto Natales	XII
Puerto Multipropósito Puerto Williams	68	Desarrollo y Proyecto	Potenciar a Puerto Williams como la ciudad más austral del mundo, partiendo con el mejoramiento de su infraestructura portuaria.	Portuario	Puerto Williams	XII
Megapuerto de Arica	3.000	Idéa	Trasladar el Puerto de Arica al sector norte de la ciudad.	Puertos	Arica	XV

Fuente: CChC.

# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

394

## Entorno del puerto: accesibilidad vial

La División de Desarrollo Logístico de la Subsecretaría de Transportes ha publicado y actualizado periódicamente un catastro de proyectos<sup>8</sup> cuyo objetivo es mejorar el tráfico de vehículos de carga en el entorno de los puertos administrados por el Estado.

Las tablas a continuación indican los proyectos destacados para el sector:

10

son los puertos de todo Chile en donde se invertirá en su infraestructura vial.

### Proyectos de acceso vial al puerto de Arica > TABLA 9.7

Puerto	Proyecto	Comentarios
Arica	1 Ampliación de capacidad y acceso dedicado al terminal portuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>La urgencia de realización del proyecto 1 se confirma al observar la concentración de actividad en torno al puerto y la zona central de la ciudad, según los esquemas incluidos en el capítulo dedicado a vialidad urbana de este mismo informe.</li> <li>El proyecto 2 se encuentra aún en estado incipiente en cuanto a definiciones y lejos de ser financiado.</li> <li>La trama urbana actual es insuficiente para absorber la demanda adicional esperada en la ciudad como producto del crecimiento de las transferencias portuarias. Una vez resuelta la limitación de capacidad de almacenamiento, la presión por esta solución se incrementará.</li> </ul>
	2 Mejoramiento de circulación de camiones en trama urbana	

8. Plan Nacional de Desarrollo Portuario. Accesibilidad Vial Portuaria 2017. Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile.

Fuente [9.7-9.9]: Accesibilidad Vial Portuaria 2017. MTT. N/D: No disponible.

395

### Proyectos de acceso vial al puerto de Iquique > TABLA 9.8

Puerto	Proyecto	Comentarios
Iquique	1 Medidas de gestión de corto plazo para mejorar acceso al puerto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una iniciativa de largo plazo consiste en la construcción de un nuevo puente de acceso al puerto evitando el uso de la vialidad urbana, con una inversión asociada superior a \$12 mil millones. Para los volúmenes actuales de carga no resulta socialmente rentable por lo que fue descartada, aunque se mantiene entre las opciones de mejora para un plazo posterior.</li> </ul>
	2 Mejoramiento Rotonda El Pampino (desnivel)	
	3 Nueva vía de circunvalación y acceso a Iquique, conexión con Alto Hospicio	
	4 Mejoramiento conexión a circunvalación	
	5 Conexión vial acceso norte a Iquique	
	6 Puente de acceso al puerto	

### Proyectos de acceso vial al puerto de Antofagasta > TABLA 9.9

Puerto	Proyecto	Comentarios
Antofagasta	1 Mejoramiento y construcción vial acceso puerto	<ul style="list-style-type: none"> <li>El mejoramiento de acceso al puerto de Antofagasta se encuentra en construcción (ver capítulo Vialidad Urbana). Según el programa de inversiones, debería completarse antes de 2020.</li> <li>Aunque se indica un monto de inversión, el proyecto en construcción asciende a 292 millones de dólares.</li> <li>La gestión del tráfico asociada al acceso al puerto es parte de la inversión prevista para las obras.</li> </ul>
	2 Gestión de tráfico en acceso a puerto	

**Proyectos de acceso vial al puerto de Coquimbo > TABLA 9.10**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Coquimbo	1 Interconexión vial Ruta 41-CH con puerto	• Parte de la conexión vial se encuentra en carpeta de proyectos de vialidad urbana.
	2 Mejoramiento de circulación de camiones en trama urbana	• Los proyectos de mejoramiento de capacidad vial se encuentran previstos en la cartera de inversiones de la ciudad.
	3 Acceso al puerto	• Las ampliaciones y medidas de gestión apuntan a mejorar la fluidez del tráfico y ampliar la capacidad vial en los sectores de mayor demanda.
	4 Mejoramiento de la capacidad vial	
	5 Disminución de congestión vial	

**Proyectos de mejoramiento vial de acceso al puerto de Valparaíso > TABLA 9.11**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Valparaíso	1 Mejoramiento de accesibilidad al puerto	• Los proyectos y cifras en este caso son referencias de la magnitud requerida para asegurar conectividad al puerto en el largo plazo. • Un elemento indispensable en este caso es la coordinación entre la empresa portuaria, el gobierno regional y el Ministerio de Obras Públicas. Las prioridades y mecanismos de ejecución deberían tener como objetivo la eficiencia del corredor en términos de sus servicios logísticos.
	2 Construcción acceso norte al puerto. Hacia sector Yolanda.	
	3 Mejoramiento y habilitación de acceso al puerto. Camino La Pólvora.	
	4 Disminución de congestión en acceso al puerto. Mejoramiento Ruta 68 (Relicitación).	

**Proyectos de mejoramiento vial de acceso al puerto de Valparaíso > TABLA 9.12**

Puerto	Proyecto
San Antonio	1 Reforzamiento de vías aledañas al puerto para resistir tráfico de camiones.
	2 Mejoramiento de circulación de camiones en trama urbana.
	3 Mejoramiento de accesos al puerto y ampliación de vías en preparación de mayor volumen transferido.
	4 Disminución de congestión vial en ruta de acceso Santiago-San Antonio.
	5 Mejoramiento acceso Camino de la Fruta. Concesión alto estándar.

Fuente [9.10-9.16]:  
Accesibilidad Vial  
Portuaria 2017. MTT.  
N/D: No disponible.

## Los puertos de Coquimbo y San Antonio concentran la mayor cantidad de proyectos con 5 cada uno.

**Proyectos de mejoramiento de acceso vial al puerto de Talcahuano-San Vicente > TABLA 9.13**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Talcahuano y San Vicente	1 Mejoramiento de conectividad	• La necesidad más importante en este caso es el desarrollo de la ruta interportuaria, nuevo puente industrial y mejoras de conectividad interior. • Todas estas obras se encuentran en carpeta, consideradas en las inversiones de vialidad urbana.
	2 Mejoramiento de circulación de camiones y disminución de congestión	

**Proyectos de mejoramiento de acceso al puerto de Puerto Montt > TABLA 9.14**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Puerto Montt	1 Mejoramiento de circulación de camiones	• La cartera de proyectos de inversión en vialidad urbana de Puerto Montt incorpora este mejoramiento, y apunta a mejorar la circulación del tráfico en la ciudad y a reforzar los ejes de conexión entre el centro y las carreteras de acceso. • El acceso a Punta Panitao fue ejecutado como parte de la autopista Puerto Montt-Pargua. • En estudio impacto vial de zona extraportuaria en Trapén en cartera 2018.
	2 Mejoramiento de posibles impactos de nuevo recinto extraportuario	

**Proyectos de mejoramiento del acceso vial al puerto de Chacabuco > TABLA 9.15**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Chacabuco	1 Mejoramiento de accesibilidad al puerto	• El proyecto más importante en este caso es un nuevo acceso por el sur. Se encuentra sin definiciones a la fecha

**Proyectos de mejoramiento del acceso vial al puerto de Chacabuco > TABLA 9.16**

Puerto	Proyecto	Comentarios
Austral	1 Mejoramiento de seguridad vial de camiones en acceso al puerto. Cambio de trazado.	• Proyectos complementarios incluyen mejoras de gestión de tránsito, semaforización y obras menores en Punta Arenas y Puerto Natales.



La lista de proyectos permite identificar las iniciativas asociadas al mejoramiento logístico, aun cuando ellas forman parte de la cartera de proyectos de vialidad urbana e interurbana. Las necesidades comunes a todos los casos son:

- Aumentos de capacidad para facilitar la circulación de vehículos pesados.
- Idealmente, segregación del tráfico pesado de acceso a los puertos, en desniveles o vías alternativas.
- Mejoramiento de la seguridad especialmente en las intersecciones de acceso a los terminales.
- Nueva conectividad entre puertos y con las áreas de producción y consumo.

Aunque la mayor parte de los proyectos se refiere al ámbito urbano, en los casos de Valparaíso, San Antonio y Talcahuano-San Vicente se incluye la necesidad de mejores conexiones de larga distancia, proponiendo, incluso, aumentos de capacidad de las concesiones de carreteras que les dan conectividad.

Este recuento de proyectos refleja la evolución de la mayoría de los puertos que en su crecimiento han resultado rodeados por áreas urbanas, lo cual dificultan el desplazamiento de carga en forma regular. Según la literatura especializada, existe un patrón de evolución consistente: el puerto es rodeado por la ciudad, el terminal crece hasta donde le es posible bajo esa limitación y surge una etapa en que el puerto debe encontrar una nueva localización. Así, las instalaciones portuarias

### Existe un patrón de evolución consistente: el puerto es rodeado por la ciudad, el terminal crece hasta donde le es posible bajo esa limitación y surge una etapa en que el puerto debe encontrar una nueva localización.

originales cambian su rol a uno más bien local, turístico y de recreación, mientras que la actividad industrial portuaria se desarrolla en recintos libres de conflicto con el tráfico urbano. Ejemplo de esto son Puerto Madero en Buenos Aires y el puerto de Londres, que se transformó en uno de los desarrollos inmobiliarios más importantes en la historia de la ciudad (Canary Wharf y sus alrededores).

Una tarea clave en cuanto al desarrollo logístico y su potencial, es anticipar este proceso y evaluar la disponibilidad y conveniencia de localizaciones alternativas, en un plazo de 20 años, hacia 2040, cuando las inversiones previstas no puedan ser ampliadas nuevamente. El escenario de crecimiento urbano y necesidad de fortalecer el uso compartido del espacio público, puede ser un catalizador de este desplazamiento, puesto que en forma creciente se dará prioridad a las personas y al transporte público por sobre el movimiento de carga.

## Instalaciones de respaldo a operaciones portuarias

La mayor parte de las empresas portuarias, y algunas ciudades, incluyen en sus planes de desarrollo la instalación de zonas logísticas de respaldo, aunque en la realidad solo Valparaíso cuenta con esa infraestructura.

La más consolidada como área de respaldo vinculada a un puerto es la Zona de Extensión de Apoyo Logístico, Zeal<sup>9</sup>, de Valparaíso. Operada por un contrato de concesión privada de 30 años a partir de 2007, provee servicios logísticos en instalaciones distribuidas en 45 hectáreas (que operan como complemento a las 21 hectáreas del recinto portuario), ubicada a 23 km de dicho terminal. Atiende aproximadamente 40.000 camiones por mes y ofrece una amplia gama de servicios a los operadores de carga.

Zonas de apoyo logístico similares, habilitadas y construidas por privados existen en otros puertos, como Seaport en San Antonio, o instalaciones similares en Talcahuano-San Vicente. Por otra parte, el puerto de Arica cuenta con un área de respaldo (Zeal), de más de 20 hectáreas, dedicada al estacionamiento de camiones, que permite regular el tránsito por la ciudad en función del movimiento en el puerto, aunque no constituye una zona logística con todas las funciones que esa definición implica.

Las iniciativas en desarrollo, que apuntan a consolidar zonas de respaldo con todas las funciones que la carga requiere, son las siguientes:

- Puerto Terrestre en Antofagasta. Idea privada declarada de interés público por el Ministerio de Obras Públicas en noviembre de 2017. Consiste en la habilitación de un recinto de tratamiento de carga para atender puertos de Antofagasta y de la Bahía de Mejillones. La inversión asociada es us\$53 millones. Su localización aún no se ha confirmado y el grupo proponente debe iniciar los estudios de detalle previos a la licitación por concesión privada. Por lo anterior el plazo de inicio de operaciones aún no está definido.
- Zona de Apoyo Logístico en La Negra, a 22 km de Antofagasta. La empresa portuaria de Antofagasta ha avanzado en la iniciativa de habilitar una zona de apoyo logístico en un terreno de 37,8 hectáreas, que el Ministerio de Bienes Nacionales concedió por concesión gratuita, por un plazo de 30 años. La empresa ha destinado poco más de \$4.000 millones para su urbanización básica. Aún no está definida la fecha de su puesta en servicio como zona logística integral.
- Zona logística promovida por el Complejo Portuario Mejillones (CPM). En este caso CPM, una empresa de propiedad de Codelco, está gestionando la habilitación de una zona de respaldo a las actividades portuarias de la bahía de Mejillones y de Antofagasta. La inversión asciende a us\$14 millones, y su desarrollo está

9. <http://www.zeal.cl>

contemplado en etapas y con participación privada. Actualmente se encuentra en trámite la gestión de acceso a los terrenos públicos en los que se ha definido su localización.

- Plataforma Logística del Biobío. Aunque se trata de un proyecto que ha visto pocos avances desde 2005, cuando fue publicado<sup>10</sup>, su formulación integral, considerando aspectos urbanos y obras viales, además de participación conjunta del gobierno regional y empresas públicas y privadas, lo convierte en una buena referencia de la forma en que se debería abordar el diseño de estos recintos. No se cuenta con antecedentes sobre montos de inversión ni fecha de implementación.

En síntesis, a pesar de la abundancia de documentos y opiniones sobre la necesidad de mejorar el soporte a la movilización de carga, son escasas las iniciativas que en la actualidad avanzan en la dirección de proveer más infraestructura a la tarea logística.

Lo anterior puede tener dos motivos:

- La oferta privada de empresas logísticas tiene capacidad suficiente para satisfacer la demanda actual, puesto que la estrechez de oferta debería haberse resuelto con más inversión en soluciones del tipo Zeal.
- Las funciones se realizan en forma dispersa a menor costo, manteniendo niveles de informalidad por conveniencia económica (por ejemplo, no proveer áreas de espera y estacionamiento a camiones o evitar costos adicionales de movilización de personas puede tener asociados ahorros en los costos totales, frente a riesgos controlados).



# 40.000

**camiones al mes son atendidos en la Zona de Extensión de Apoyo Logístico de Valparaíso.**

La habilitación de zonas de respaldo integrales, que pueden reportar economías y facilitar la coordinación a los usuarios, requiere entonces condiciones comerciales suficientemente atractivas como para que operadores logísticos actuales se integren al proyecto cuando los beneficios percibidos sean superiores a los costos, lo que las obliga a un cuidadoso diseño y gestión eficiente.

En términos de brecha, no se puede afirmar que exista una necesidad no resuelta asociada a la infraestructura, sino a la coordinación de los servicios. La inversión estimada en los proyectos incluidos en este punto asciende a US\$74 millones, sin que se anticipen proyectos mayores en el plazo 2017-2018.

10. <http://www.plataformalogistica.cl/pdfs/BioBio-MasterPlan-SPA.pdf>

# 639

**puntos de detención identificados por la Subsecretaría de Transportes, cuentan con zonas de descanso y soporte.**



## Soporte intermedio en rutas suburbanas

Un segundo tipo de instalaciones para el apoyo logístico consiste en puntos de apoyo para los conductores de camiones, específicamente zonas de descanso y soporte. Existen 639 puntos de detención identificados por la Subsecretaría de Transportes, que cuentan con alguna de estas facilidades. Una aplicación<sup>11</sup> permite a los transportistas conocer la localización de los servicios e instalaciones en las carreteras principales.

Estas soluciones están dirigidas a los conductores de camiones y no incluyen servicios logísticos, sino medios básicos como combustible, servicios higiénicos, alojamiento, alimentación y estacionamiento.

Lo anterior se ajusta a la lógica de contar con servicios logísticos en las zonas de origen y destino de la carga, y solo respaldo operacional en los puntos intermedios.

11. <http://www.planificatusdescansos.gob.cl/planificador/#/>

12. Propuesta para una Política Portuaria. Cámara Chilena de la Construcción. 2016.

## Pasos fronterizos

### Introducción

Un tema de constante discusión es el potencial de transferencia de carga por puertos chilenos, proveniente de países vecinos. Algunas iniciativas de desarrollo descansan principalmente en ese potencial (como es el caso de Iquique y la soya desde el norte de Argentina).

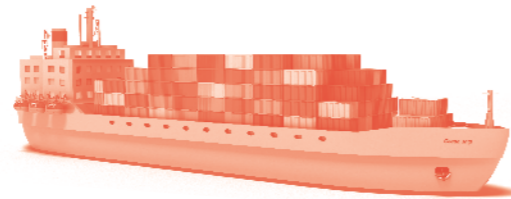
Las estimaciones de demanda en puertos consideran en general 3 elementos:

- Crecimiento orgánico, es decir, la proyección de la demanda suponiendo aumentos vinculados al desarrollo de la economía y a mejoras tecnológicas que incrementan el rendimiento.
- Mayor demanda generada por alguna condición particular (por ejemplo, cambios en la composición o forma de almacenamiento de carga general a contenedores).
- Posible crecimiento producto de transferencias internacionales desde y hacia otros países de la región, aunque es frecuente que este componente sea un complemento de los anteriores y se presente como oportunidad posible de explorar, más que como parte de las proyecciones totales.

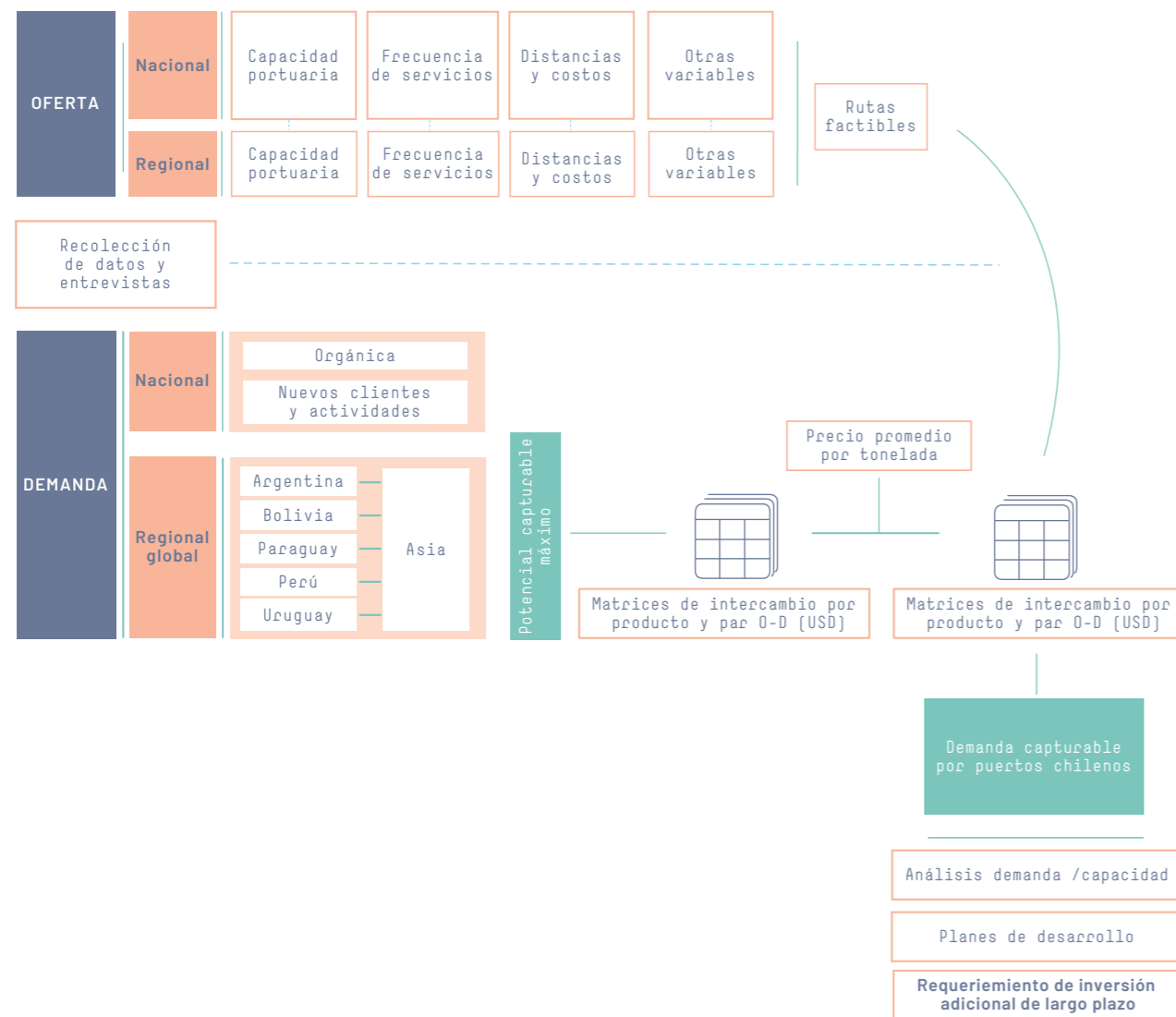
Este último componente es incierto y ha sido poco explorado más allá de las expectativas que generan los volúmenes de producción registrados. Por esa razón, la Cámara Chilena de la Construcción encargó en 2016 un estudio<sup>12</sup> que permitió cuantificar en detalle el potencial de carga que sería viable movilizar desde otros países por puertos chilenos, considerando las distancias, costos y servicios actuales.

### Análisis

Se revisó toda la carga que es transferida actualmente entre orígenes en América del Sur y mercados de Asia, Estados Unidos, Australia y Europa, utilizando la metodología que describe la Figura 9.3:



Metodología de estimación de carga potencialmente capturable por puertos chilenos > FIGURA 9.3



402

Se revisó también información de oferta y de demanda. Esto requirió analizar las tendencias del comercio exterior de América Latina y los flujos de carga entre esta región y los principales destinos. Adicionalmente fue necesario desagregar la información por producto y por zona de origen, con el propósito de verificar los costos de las rutas alternativas.

Esta comparación permitió determinar las rutas viables en términos de localización y costos, además de depurar las cargas que, por tipo, origen y destino, son posibles de captar.

Los costos de operación en unidad de \$/ton-km considerados para las estimaciones (costos por modo incluyen: combustible, costos de circulación, mantenimiento, honorarios, depreciación, costos de gestión y administración, otros gastos de operación) fueron los siguientes:

- Costo unitario de operación por modo
- Camión: 20 \$/ton-km
- Tren: 15 \$/ton-km
- Barco: 3 \$/ton-km

El camión es el modo más conveniente para cantidades inferiores a las 7.500.000 ton-km anuales, seguido del ferrocarril. Para cantidades superiores a 100.000.000 ton-km anuales, es más conveniente el modo marítimo<sup>13</sup>.

El estudio mencionado en el párrafo anterior no considera el paso por la Cordillera de los Andes por lo que en el caso de que la ruta en camión incluya en su trayecto el cruce de la cordillera, se agregó un costo de 25 \$/ton-km. Esto representa el costo adicional de combustible y gastos de operación más los tiempos adicionales para atravesar el paso fronterizo correspondiente.

13. Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana, informe preparado por Steer Davies Gleave para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Julio 2011.

Entre las principales conclusiones del análisis realizado se encuentran:

- Solo una parte de la producción total de Argentina tiene como alternativa real los puertos chilenos. En efecto, la disponibilidad de la hidrovía del Paraná constituye una ventaja significativa de precio, en particular para graneles que acceden en forma directa al puerto de Buenos Aires. Solo en los casos de localización alejada de la hidrovía, los puertos chilenos son una opción real. Adicionalmente Argentina cuenta con una densa red ferroviaria que ofrece servicios a bajo costo, lo que facilita el desplazamiento de la carga dentro del territorio hacia la hidrovía o hacia Buenos Aires.

- En las condiciones actuales, el potencial de carga adicional capturable desde Argentina es 1,4 millones de toneladas anuales. Por esto se puede afirmar que la capacidad portuaria chilena debe proyectarse para el crecimiento orgánico propio más que para una demanda masiva que podría provenir desde Argentina. Lo anterior se confirma teniendo en cuenta que la participación de la carga argentina representa en la actualidad menos del 2% del total movilizado, aun en aquellos puertos que cuentan con facilidades de corredor internacional.

Una síntesis de los resultados por destino se pueden ver en la siguiente página en las Tablas 9.17 a 9.19 a modo de ejemplo, estas contienen también la comparación de costos según algunas de las rutas analizadas.

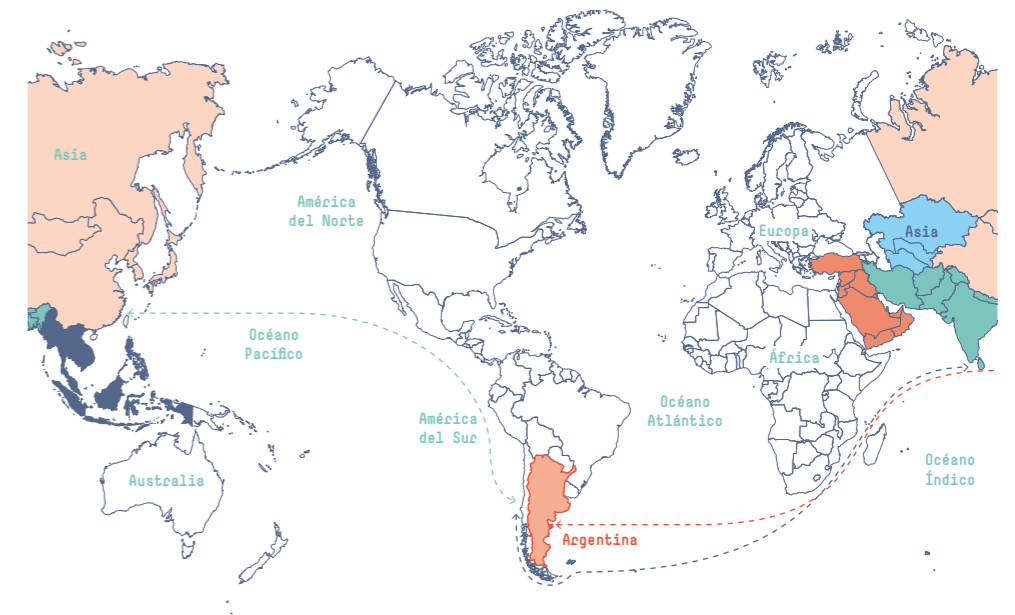
403

**Comparación de costos de transporte entre Argentina y Asia usando rutas del Pacífico y del Atlántico > TABLA 9.17**

PUERTO ORIGEN	PUERTO DESTINO	DISTANCIA (MILLAS NÁUTICAS)	DISTANCIA POR MAR (KM)	TIEMPO (DÍAS)	DISTANCIA POR TIERRA A PUERTO MÁS CERCANO	COSTO DE MOVILIZAR 234 MIL TONELADAS (SUMA TIERRA Y MAR)	ZONA
Valparaíso, Chile	Shanghái, China	10.916	20.216	24	422 km a Valparaíso	25,7 MMUS\$	Asia del Este
Buenos Aires, Argentina		11.890	22.020	26	1.006 km a Río Paraná	29,3 MMUS\$	
Valparaíso, Chile	Busan, Corea del Sur	10.428	19.313	23	422 km a Valparaíso	24,7 MMUS\$	Asia del Sur
Buenos Aires, Argentina		12.392	22.950	27	1.006 km a Río Paraná	30,3 MMUS\$	
Valparaíso, Chile	Colombo, Sri Lanka	9.762	18.079	22	422 km a Valparaíso	23,4 MMUS\$	Asia del Sur
Buenos Aires, Argentina		8.228	15.238	18	1.006 km a Río Paraná	22,0 MMUS\$	
Valparaíso, Chile	Jebel Ali, Emiratos Árabes	10.173	18.840	22	422 km a Valparaíso	24,2 MMUS\$	Medio Oriente
Buenos Aires, Argentina		8.639	15.999	19	1.006 km a Río Paraná	22,8 MMUS\$	
Valparaíso, Chile	Singapur, Singapur	11.037	20.441	24	422 km a Valparaíso	26,0 MMUS\$	Sudeste Asiático
Buenos Aires, Argentina		9.412	17.431	21	1.006 km a Río Paraná	24,3 MMUS\$	

**Comparación de costos de transporte vía Atlántico y Pacífico, desde Buenos Aires hasta Sudáfrica y Egipto > TABLA 9.18**

PUERTO ORIGEN	PUERTO DESTINO	DISTANCIA (MILLAS NÁUTICAS)	DISTANCIA POR MAR (KM)	TIEMPO (DÍAS)	DISTANCIA POR TIERRA A PUERTO MÁS CERCANO	COSTO DE MOVILIZAR 234 MIL TONELADAS (SUMA TIERRA Y MAR)	ZONA
Valparaíso, Chile	Puerto Saïd, Egipto	8.037	14.885	18	422 km a Valparaíso	25,7 MMUS\$	África Noreste
Buenos Aires, Argentina		7.426	13.753	16	1.006 km a Río Paraná	29,3 MMUS\$	
Valparaíso, Chile	Durban, Sudáfrica	6.777	12.551	15	422 km a Valparaíso	24,7 MMUS\$	África del Sur
Buenos Aires, Argentina		4.545	8.417	10	1.006 km a Río Paraná	30,3 MMUS\$	



**Comparación de costos de transporte vía Atlántico y Pacífico a Oceanía**  
 > TABLA 9.19

PUERTO ORIGEN	PUERTO DESTINO	DISTANCIA (MILLAS NAÚTICAS) (*)	DISTANCIA POR MAR (KM)
Valparaiso, Chile	Melbourne, Australia	7.081	13.114
Buenos Aires, Argentina		9.969 (*)	18.463
Valparaiso, Chile	Wellington, Nueva Zelanda	5.562	10.301
Buenos Aires, Argentina		11.304	20.935



Para los orígenes y destinos en América del Norte se concluyó que sigue siendo más conveniente para la carga de Argentina utilizar los puertos del Atlántico, puesto que más del 77% de la población en Estados Unidos se localiza en el este del país, y en consecuencia los centros de consumo y producción se encuentran más próximos y justifican grandes volúmenes.

Una de las razones que explica la conveniencia relativa de los puertos del Atlántico, es el índice de conectividad. La distancia e

incluso los costos, no constituyen una base suficiente para la decisión de despachar la carga por un lugar o su alternativa. El índice de conectividad mide la frecuencia de servicio de las líneas navieras, lo que representa un componente importante en el servicio, que es la posibilidad de despacho a los clientes en el menos plazo y con un mínimo de detenciones intermedias. En esa variable, Chile presenta desventajas, dado que, por su tamaño y localización, es destino de menos frecuencias que los puertos del Atlántico.

**Conectividad**

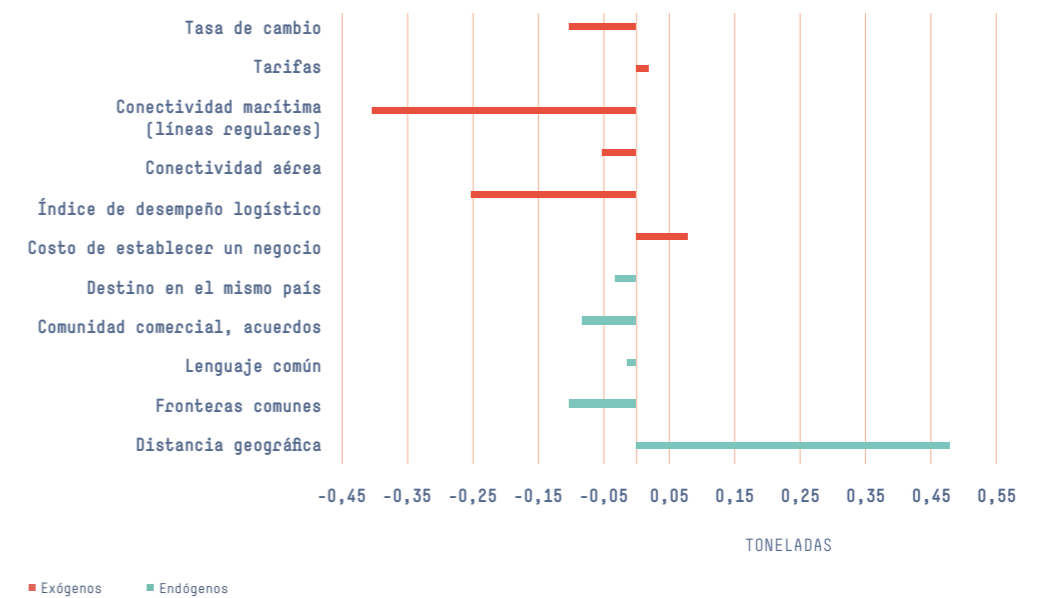
El enfoque de redes como unidad de análisis se ha consolidado cada año con más fuerza, desde los primeros planteamientos en 2013<sup>14</sup>. La conectividad ha llegado a establecerse como medida que incide en la fluidez del comercio internacional. Dos grupos de factores influyen en la medida de conectividad: exógenos, que se refieren a elementos ajenos al control de políticas públicas, y endógenos, que resultan de decisiones de los países.

En la Figura 9.4 se muestran, en orden de importancia, y con el peso relativo medi-

do como coeficientes en una regresión, los factores identificados por el Banco Mundial como determinantes del costo de intercambio comercial internacional. Un buen índice de desempeño logístico muestra alto impacto en la reducción de costos y en forma similar, una conectividad marítima regular ayuda a compensar la distancia, puesto que ambos elementos actúan en dimensiones comparables y sentidos opuestos. La facilidad para abrir un negocio revela el grado de barreras burocráticas y las tarifas reflejan los costos locales.

14. Networks and connectivity tools: Applying a new understanding to international economics. World Bank, 2013.

**Peso relativo de factores que afectan el costo del intercambio comercial**  
 > FIGURA 9.4



Fuente: Networks and connectivity tools: Applying a new understanding to international economics. World Bank, 2013.

Con el propósito de medir el nivel de conectividad de los países, desde 2004 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (Unctad) estableció el Índice de Conectividad de Servicios Marítimos<sup>15</sup>. El índice se construye a partir de cinco componentes: el número de barcos que opera hacia y desde cada país, su capacidad combinada de transporte de contenedores, el número de compañías que entrega servicios regulares, el número de servicios y el tamaño del barco más grande que puede operar en los puertos del país.

Según el índice en 2017, Panamá tiene el mejor resultado en la costa oeste de América, como lo muestra el gráfico a continuación. En la misma figura se observa que Chile ha alcanzado una posición competitiva, sin embargo, se encuentra aún lejos de China (el índice más alto en el mundo) o España, cuyo sistema portuario es una referencia para nuestro desarrollo.

**Índice de conectividad medido como frecuencia de servicios de barcos de líneas**

> FIGURA 9.5



**Aunque Chile ha alcanzado una posición competitiva en conectividad de Servicios Marítimos, todavía se encuentra lejos de sistemas portuarios que son referencia para nuestro desarrollo.**

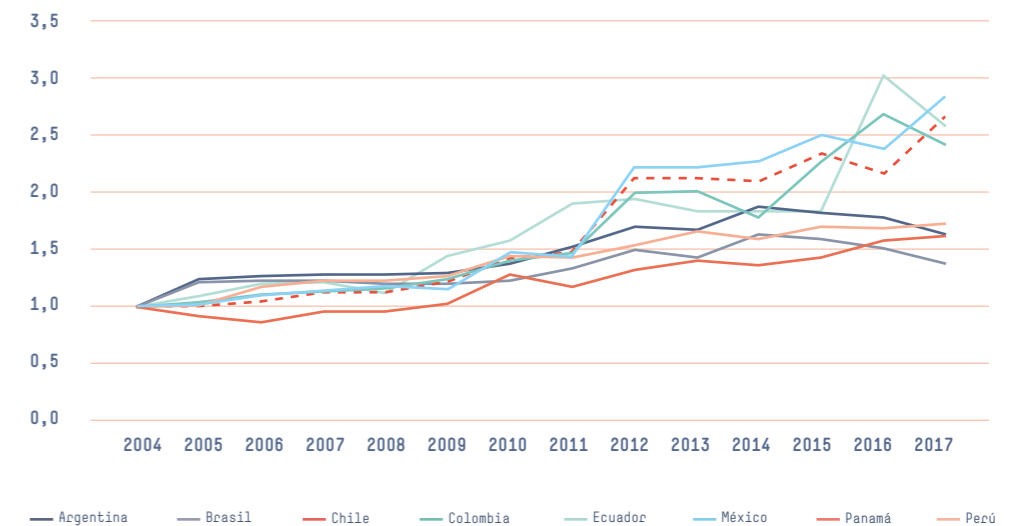
15. Liner Shipping Connectivity Index, UNCTAD, 2004.

La evolución del índice muestra un comportamiento positivo en el caso de Chile y Perú. En ambos casos se atribuye a que los dos países son atendidos por las mismas compañías navieras. El impacto de la operación en redes es particularmente importante en esta actividad. En efecto, aun cuando se destaca el rol de Chile como país pionero en invertir en grúas de

alta tecnología, su localización en rutas en que los barcos de línea deben atender puertos que no las tienen, los obliga a transportar grúas y se limita en esa forma el potencial de rendimiento de la ruta completa. Esto hace aún más importante para Chile compensar la desventaja a través de procesos eficientes y de infraestructura abundante y de alta calidad.

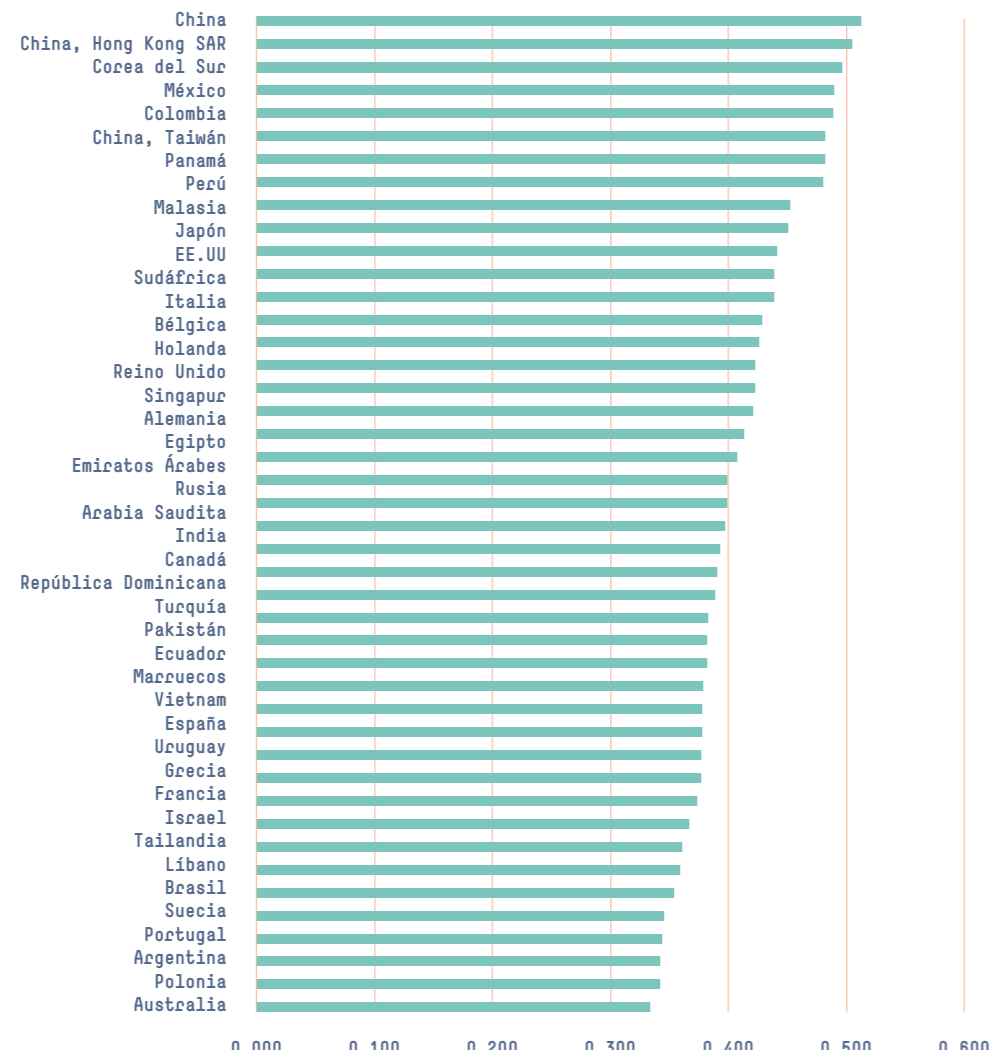
**Evolución del índice de conectividad de servicios navieros, 2004 - 2017**

> FIGURA 9.6



Respecto a la mayor conectividad bilateral, también incluida en el índice, Chile muestra una alta vinculación con China, Corea, Hong Kong y Taiwán, debido a la frecuencia de servicios disponibles entre ambos destinos. Otros países que muestran en general alto estándar de conectividad, no figuran entre aquellos que conforman la red más activa de servicios marítimos a Chile, como es el caso de países europeos e incluso de América del Sur.

**Índice de conectividad bilateral de Chile con diferentes países, según disponibilidad de servicios, 2016 > FIGURA 9.7**



Fuente: Elaboración propia con base en <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=96618>

Lo anterior tiene dos vías de interpretación. La primera es que la potencial ventaja de los puertos chilenos para las exportaciones de Argentina, medida en distancia directa, se reduce fuertemente por la menor frecuencia de servicios navieros, aun cuando los niveles de eficiencia y confiabilidad de las operaciones pueden ser mayores que en el Atlántico. La segunda es que una revisión de estas rutas y posibilidades también abre caminos competitivos para los productos chilenos, con potencial de usar los puertos del

Atlántico. Es posible que una vez alcanzada la digitalización documental que mejorará la eficiencia y aumentará la posibilidad de control de la carga, las rutas por Argentina puedan ser consideradas para una parte de nuestras exportaciones.

El caso de Brasil es similar, debido a que en el puerto de Santos se registra uno de los índices de conectividad más altos del continente.

Por esto y porque forman parte de la red logística completa, se incluye en los párrafos siguientes el análisis de los pasos fronterizos.



## Corredores bioceánicos

Actualmente se registra tráfico de pasajeros y carga entre puertos de los océanos Pacífico (Arica-Iquique, Antofagasta, Valparaíso-San Antonio) y los del Atlántico (Santos, Bahía Blanca y Buenos Aires).

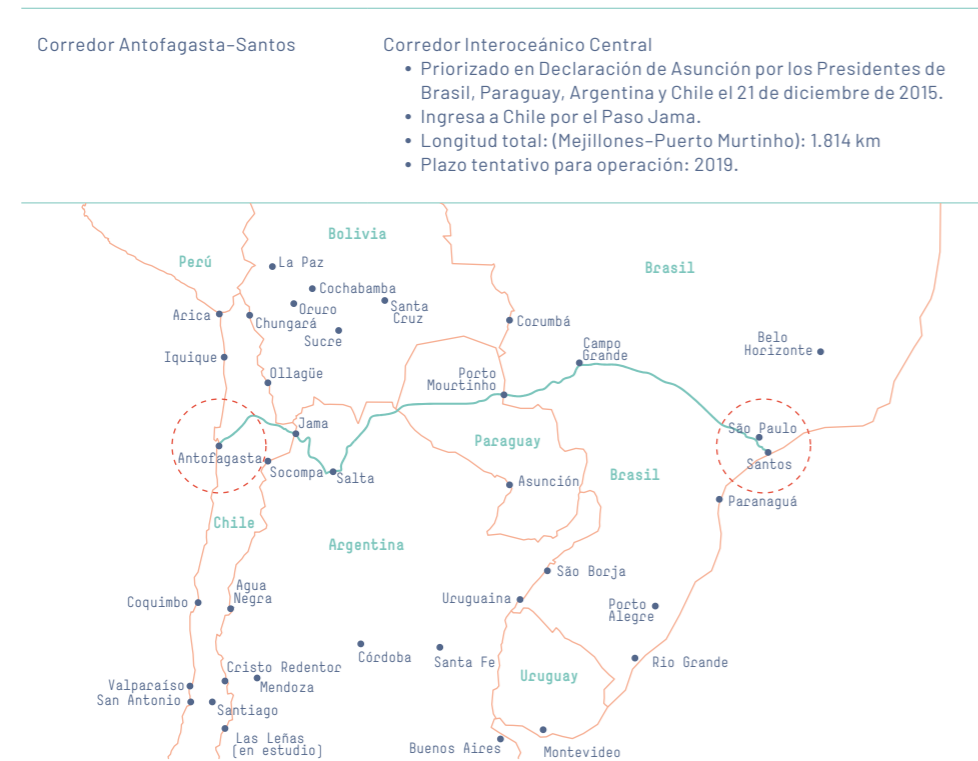
Los puertos en los extremos de los corredores tienen características comunes:

- Prioritarios en la región
- Alta capacidad de transferencia
- Aptos para atender naves de gran tamaño
- Conectados con centros de producción y consumo

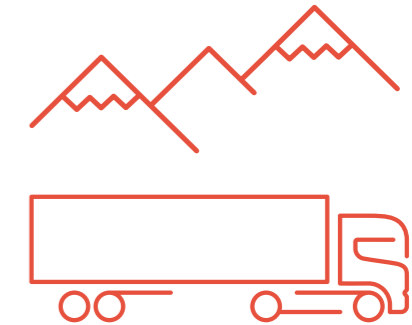
- Multipropósito, atienden cargas de diferente naturaleza
- Integran las principales rutas de las compañías navieras
- Servicios para la carga e infraestructura adecuada a grandes volúmenes
- Alta eficiencia operacional

A partir del análisis de carga movilizada en países de la región, se seleccionaron tres posibles corredores internacionales que incluyen los pasos fronterizos, dos con Argentina y uno en el norte, que atraviesa también territorio de Paraguay.

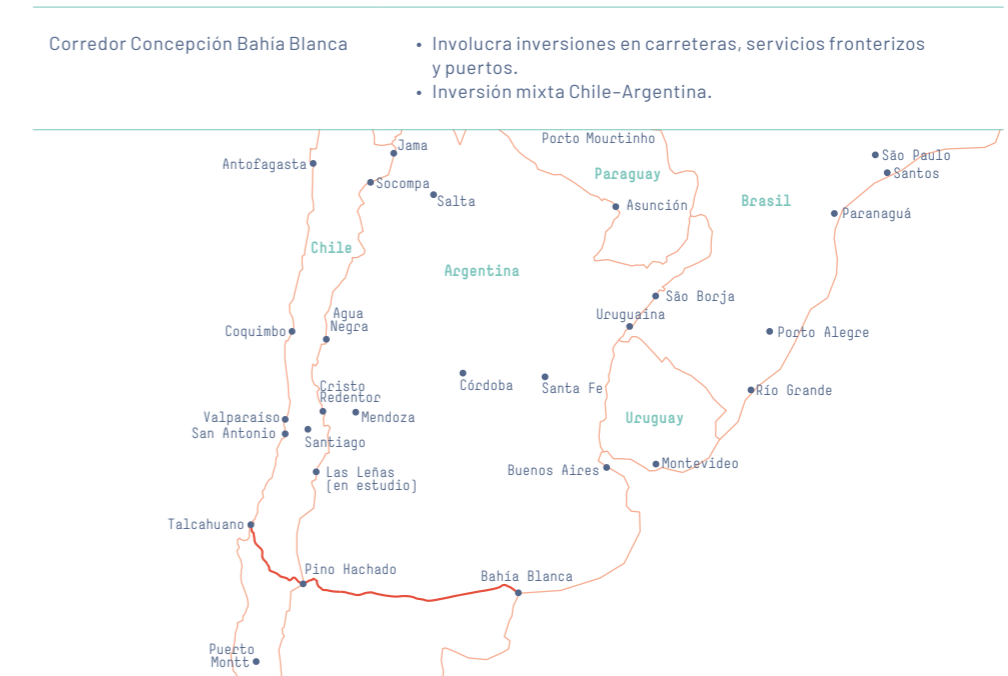
### Descripción del Corredor Interoceánico Central > TABLA 9.20



**Los corredores: Interoceánico Central, Concepción-Bahía Blanca y Central eje Mercosur, son de importancia estratégica en materia de conectividad.**



### Corredor Concepción - Bahía Blanca > TABLA 9.21





**Corredor Central Eje Mercosur > TABLA 9.22**

<p>Corredor Central Eje Mercosur y Variante Las Leñas</p>	<p><b>Proyecto Paso Las Leñas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo túnel de 11,6 km, dos pistas por sentido</li> <li>• 2,6 km en lado chileno</li> <li>• 9,0 km en lado argentino</li> <li>• Nuevos accesos viales</li> <li>• 57,7 km en lado chileno acceso a túnel a 2.020 msnm</li> <li>• 76,4 km en lado argentino y acceso a túnel a 2.365 msnm</li> <li>• Agrega 300 km para conexión a Santiago.</li> </ul>
	<p><b>Proyecto Túnel Agua Negra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma parte del Corredor Central que Conecta Porto Alegre en Brasil con el Puerto de Coquimbo en Chile.</li> <li>• Nuevo túnel de 13,8 km, dos pistas por sentido.</li> <li>• Conecta con accesos viales existentes (actualmente el paso Agua Negra opera en superficie).</li> </ul>

414



En resumen, la situación en que se encuentra cada uno de los pasos fronterizos es la mencionada a continuación:

**Antofagasta-Santos**

- Tramo chileno 100% pavimentado.
- Obras necesarias: Variantes y paso Sico. Estas obras estarían prontas a licitarse y se espera ejecución.
- Inversión proyectada: US\$ 350 millones, incluyendo mantención futura.
- Puente sobre el Río Paraguay, que une Puerto Murtinho en Brasil con Carmelo Peralta en Paraguay, sería financiado por ambos países.
- Paraguay licitó pavimentación de 300 km de carreteras (50% de la pavimentación pendiente del corredor en este país). Próxima licitación en 2017, por 300 Km restantes.
- Argentina debe pavimentar 80 km de ruta. Existe compromiso de realizarlo en el corto plazo.

**Corredor Concepción-Bahía Blanca**

- Su habilitación cuenta con financiamiento y se encuentra avanzada en diversos tramos.
- Conecta dos sistemas portuarios de alta capacidad y diversidad de operaciones.
- Involucra inversiones en carreteras, servicios fronterizos y puertos.
- Inversión mixta Chile-Argentina.
- Para Chile implica mejoras en el puerto de Talcahuano, que se encuentran en ejecución y modernización del paso Pino Hachado, por aproximadamente US\$ 10 millones.

**Corredor Central Eje Mercosur**

Proyecto Paso Las Leñas:

- Inversión total MMUS\$1.700, MMUS\$ 700 tramo chileno y MMUS\$ 1.000 tramo argentino.
- Existe acuerdo entre Chile y Argentina de seguir avanzando en los estudios. Aún falta financiamiento.
- Cada país se haría cargo de los caminos de acceso al túnel.
- Existe un comité (Ebileñas), que adopta la responsabilidad de avanzar en el diseño del túnel y de buscar financiamiento.
- Chile licitó diseño para 10 de los 57,7 km de acceso al túnel, con 600 días de plazo. Estudio iniciado a mediados de 2016.
- Encuestas realizadas en los pasos fronterizos alternativos indican escaso interés de transportistas por utilizar paso Las Leñas desde Mendoza.
- Agregaría 300 km para llegar a Santiago (principal receptor de las cargas desde Mendoza).
- De materializarse, el plazo es de 8 a 10 años.

Proyecto Túnel Agua Negra:

- Inversión: US\$1.600 millones con compromiso de financiamiento BID.
- Septiembre de 2016, precalificación de las empresas.
- Noviembre de 2016, firma convenio de financiamiento BID.
- Abril de 2017, licitación del proyecto (incluyendo diseño definitivo y obras). Solo las empresas preseleccionadas podrían presentar ofertas. 65 interesados.
- Primer semestre de 2018, selección de ganador.
- 2021, inicio de obras.

415



En resumen, la infraestructura asociada a cruces internacionales se encuentra aún en desarrollo en etapas de ingeniería preliminar. Sin embargo, es probable que los proyectos se materialicen debido a su importancia estratégica de conectividad y especialmente, porque como resultado del impacto del cambio climático, se requerirá en forma creciente contar con rutas alternativas, en especial para evitar interrupciones de la cadena de comercio exterior.

Aun así, los factores que inciden en mayor medida en la conveniencia de los puertos chilenos como punto de salida de los productos (el índice de desempeño logístico y la frecuencia de naves de línea), siguen siendo factores difíciles de compensar solo con infraestructura.

En este plano es posible que avances en procesos digitales, mecanismos de control de la carga, aspectos de seguridad y calidad de servicio de todos los componentes de la cadena, sean relevantes para competir por cargas de la región.

Esto requiere asegurar la disponibilidad de redes de transmisión de datos de alta capacidad y disponibilidad. La figura 9.1

muestra que Chile cuenta con esa cobertura, reforzando entonces lo indicado sobre la necesidad de trabajar sobre un objetivo de tratamiento electrónico de la totalidad de los trámites logísticos, instalando sensores, códigos ópticos, sistemas sin papeles y verificaciones digitales.

En cuanto a las inversiones, la Tabla 9.23 muestra el resumen de las cifras con los siguientes comentarios:

- Las inversiones en vialidad interurbana se han contabilizado en el capítulo correspondiente, lo mismo que las que corresponden a vialidad urbana. En ambos casos se consideró el tráfico de vehículos livianos y pesados y, en consecuencia, se incluyen las soluciones de acceso a los puertos y las mejoras de capacidad de las vías interurbanas.
- Las inversiones en servicios ferroviarios están contabilizadas en el capítulo dedicado a ferrocarriles, por lo que -igual que en el caso indicado antes- no se agrega a los montos asociados a logística. Lo mismo ocurre con los terminales portuarios.

### Resumen de inversiones en infraestructura para apoyo logístico y corredores internacionales

> TABLA 9.23

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	PROYECTO	INVERSIÓN 2018-2022 MMUS\$	INVERSIÓN 2023-2027 MMUS\$	INVERSIÓN TOTAL MMUS\$
Zonas de apoyo logístico	Puerto Seco Antofagasta	53		53
	Zona Logística Complejo Portuario Mejillones	10	4	14
	Zona Logística La Negra-Empresa Portuaria Antofagasta	1	7	8
Corredores bioceánicos	Antofagasta-Santos	150	200	350
	Paso Las Leñas		250	250
	Túnel Agua Negra	400	700	1.100
	Corredor Concepción-Bahía Blanca	10		10
<b>TOTAL</b>		<b>624</b>	<b>1.161</b>	<b>1.785</b>

**Avances en procesos digitales, mecanismos de control de carga, aspectos de seguridad y calidad de servicio de todos los componentes de la cadena, pueden ser relevantes para competir en la región.**



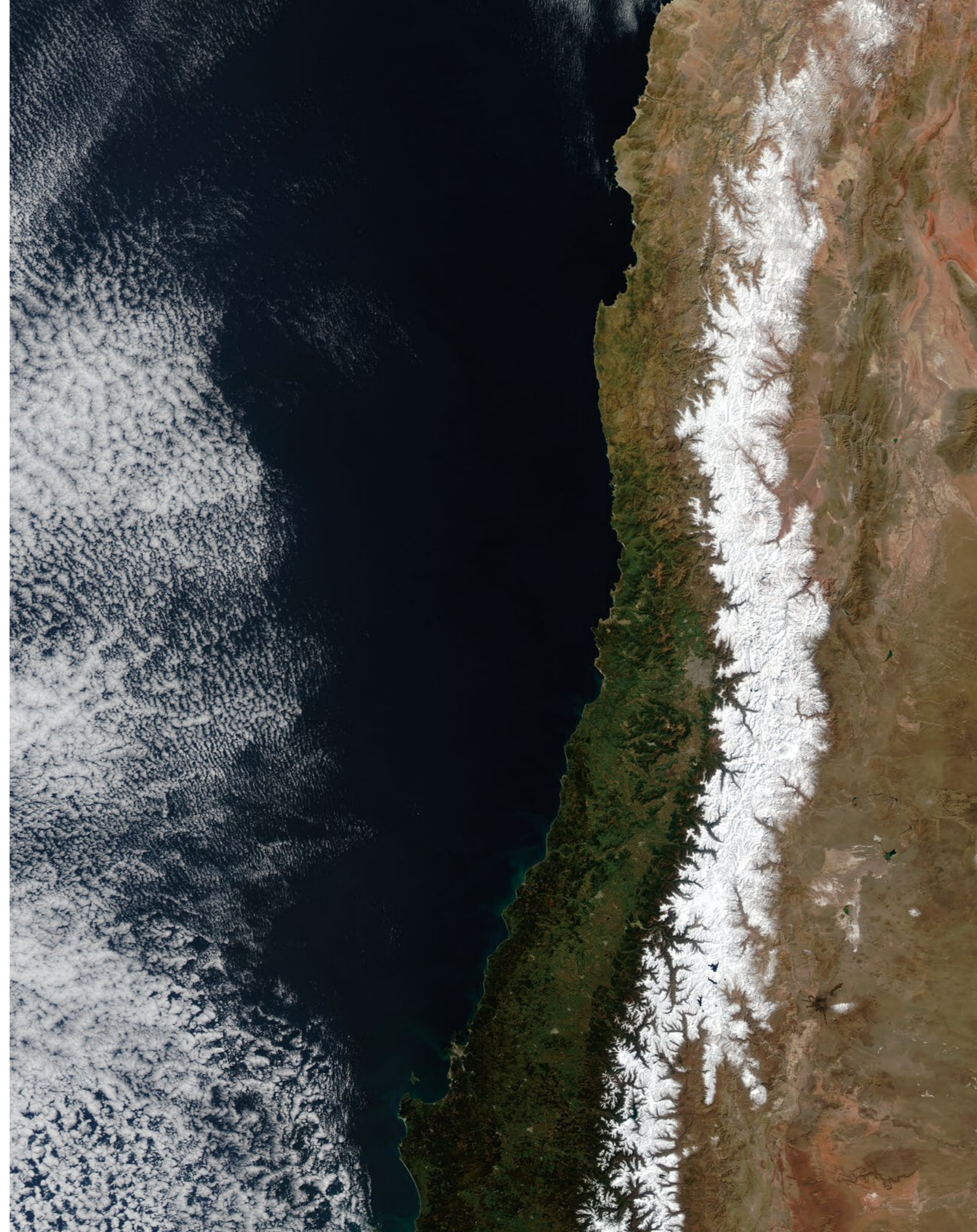
## Recomendaciones de acción

La revisión del desarrollo logístico y en particular de la infraestructura asociada permite identificar algunas acciones concretas cuya ejecución podría beneficiar al sistema de carga en el mediano y largo plazo:

- Planificación integrada. Los proyectos asociados a las necesidades logísticas están incorporados a planes de inversión en vialidad urbana e interurbana, al igual que las soluciones ferroviarias y portuarias. Por esto resulta necesario que exista un acuerdo común sobre las iniciativas y las prioridades de ejecución, que tenga en cuenta el beneficio agregado. El enfoque de corredores logísticos ayuda en esta tarea y permite integrar diferentes aspectos de las inversiones, dándoles un sentido de sistema y potenciando el intercambio de carga.
- Avanzar en la digitalización de procesos y en la transferencia electrónica de datos es tan importante como contar con la infraestructura. Existe evidencia sobre la desventaja de nuestra localización y conectividad, que solo se puede compensar mejorando nuestro rendimiento logístico. Esto implica contar con la infraestructura necesaria, pero, sobre todo, proveer servicios eficientes y lograr elementos de diferenciación en el ámbito cualitativo de seguridad y confiabilidad.
- El potencial de atracción de carga desde otros países de la región hacia puertos chilenos es limitado y no debería consi-

derarse ese mercado como referencia para la proyección de la demanda portuaria. Las cifras muestran que la menor distancia a países de Asia, por ejemplo, no es suficiente para que las cargas cambien su puerto de despacho.

- Como resulta claro desde cada ámbito de infraestructura que se analice, se recomienda elaborar planes de inversión de largo plazo para orientar el desarrollo de los proyectos con mayor claridad.
- Dado que la revisión no muestra un gran número de proyectos de inversión en zonas de apoyo logístico, es recomendable elaborar un catastro de la oferta actual porque posiblemente sea capaz de absorber las necesidades actuales en una modalidad desagregada de proveedores privados de tamaño medio, en lugar de una instalación centralizada. Aun así, la disponibilidad de zonas especializadas ha probado ser la mejor solución en el mundo, debido a las economías de escala y a la posibilidad de ofrecer múltiples servicios en forma continuada.
- También es recomendable revisar las estructuras de costos de servicios logísticos y medir el impacto de componentes que en la actualidad operan bajo los niveles de calidad general propios de un país desarrollado. Las esperas de los camiones o la informalidad del transporte en algunos casos pueden estar distorsionando los costos y afectando el estándar de la actividad.



# Resumen

La inversión estimada para las zonas de apoyo logístico-puerto y corredores bioceánicos a lo largo de Chile para el periodo 2018 y 2022 es:

**US\$ 64** MM



**2,67**

veces

creció el Índice de Conectividad Marítima (ICM) entre 2004-2017.



MMUS\$1.700 es la inversión requerida para el Paso Las Leñas, el corredor bioceánico de mayor costo en la cartera de proyectos.

**10** son los puertos de Chile donde se prevén inversiones, principalmente viales.

**6%** anual crecerá el tráfico de contenedores entre puertos hacia 2030.



# INFRAESTRUCTURA **DE USO SOCIAL**

Espacios Públicos

**ALLARD PARTNERS**

Hospitales

**MARCOS MIRANDA**

Cárceles

**GESGROUP CONSULTORES**

Educación

**MARCOS MIRANDA**





# ESPACIOS PÚBLICOS

# Resumen ejecutivo

428

La primera versión del capítulo Espacios Públicos, se incorporó como parte de la infraestructura necesaria para el desarrollo, debido que nos involucra por su uso social. A partir de estándares internacionales de provisión de dotación habilitada para recreación, cultura y deporte, el ICD 2016-2025 estimó las necesidades locales y metropolitanas de siete centros urbanos del país y calculó que para desarrollar la infraestructura de espacios públicos se requeriría invertir 859 millones de dólares para el período 2016-2025<sup>1</sup>.

Con este enfoque, la presente versión tiene como fin identificar los requerimientos de infraestructura de espacios públicos para el período 2018-2027, como complemento al análisis anterior del ICD 2016-2025 y estimar los avances respecto a los objetivos propuestos en dicho informe. Específicamente, se estimarán las necesidades de espacios públicos para las ciudades de Iquique, La Serena-Coquimbo, Valparaíso, Santiago, Concepción, Temuco y Puerto Montt, a las que se incorporan Antofagasta y Punta Arenas, debido a que en estas ciudades habita la mitad (51,2%) de la población nacional<sup>2</sup>.

La nueva versión del capítulo reporta, entre otras cosas, el estado de avance de los planes y proyectos, la actualización de cálculo de la brecha futura, considerando el nuevo horizonte temporal, la actualización de los supuestos de cálculo de déficit actual y brechas futuras. Un aspecto nuevo a ana-

lizar es presentar una propuesta metodológica que revise las definiciones y supuestos del estudio original.

En este sentido, el presente estudio pone énfasis en medir el déficit de espacios públicos, entrando en detalle en aquellos de provisión a nivel local. El análisis no incluye propiedades privadas, tales como clubes de golf, jardines residenciales ni terrenos o parques de instituciones, tales como universidades o centros de estudio. Tampoco se consideran las playas en ciudades costeras, que, si bien cumplen un rol social y ambiental del espacio público, su superficie es variable según dinámicas climáticas y geomorfológicas, y no se cuenta con información detallada de su tamaño, por lo que en este tipo de ciudades solo se considera el espacio consolidado de costaneras y malecones, no así la extensión de playa hasta la línea de las más altas mareas<sup>3</sup>.

De esta manera, a partir de la metodología de accesibilidad de Luo y Qi (2009), y sus adaptaciones a localidades chilenas realizadas por el Centro de Inteligencia Territorial (CIT) de la Universidad Adolfo Ibáñez, en conjunto con la Gerencia de Estudios de la CChC, así como otros estudios del programa Ciudad con Todos, de la Pontificia Universidad Católica, la presente investigación contiene un análisis georreferenciado del déficit de espacios públicos en los nueve centros urbanos mencionados.

1. Las 7 Zonas Urbanas son: Antofagasta, La Serena - Coquimbo, Valparaíso, Concepción, Temuco, Puerto Montt y Santiago.
2. Esto se calcula como la razón de la población de estas ciudades proveniente de la base de datos del Centro de Inteligencia Territorial y la población nacional.
3. La exclusión de las playas como parte de la superficie de espacio público, es relevante al determinar el déficit, en especial en ciudades costeras en zonas áridas, como Iquique o Antofagasta, donde juegan un rol prioritario en cuanto a espacio público de libre acceso. En este sentido, se deberá avanzar en el levantamiento y georreferenciación de información de mareas y otros que permitan ajustar la metodología de manera de incorporar estos espacios en el indicador.

Fuente:  
Elaboración propia.

El principal resultado de este estudio es que a partir de un estándar del actual promedio nacional (4,2m<sup>2</sup>/persona), se estima un déficit de espacios públicos de 8.827.484 m<sup>2</sup> que

equivale a 639,9 millones de dólares. Para suplir este déficit, se requeriría de una inversión de 64 millones de dólares anuales para el período 2018-2027.

429

## Resumen requerimientos (us Millones)

› TABLA 10.1

CIUDAD	REQUERIMIENTOS A FUTURO (MMUS\$)	
	2018-2022	2018-2027
Iquique	2,9	5,7
Antofagasta	32,3	64,6
Coquimbo-La Serena	4,3	8,6
Valparaíso	19,4	38,7
Santiago	206,8	413,5
Concepción	50,5	101
Temuco	0	0
Puerto Montt	3,7	7,3
Punta Arenas	0,3	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>320,0</b>	<b>639,9</b>

Nota: Dada la falta de datos respecto al avance de la brecha 2016-2025 y los cambios metodológicos asociados al cálculo de los requerimientos hacia el nuevo horizonte temporal, no es factible estimar el avance entre los años 2016-2017.



# Reseña del sector

## Contexto

Las ciudades del siglo XXI no solo albergarán a más de un tercio de la población mundial, sino, además, se han consolidado como los principales centros de negocios, servicios y cultura, concentrando un 80% del PIB global.<sup>4</sup> En este rol, las ciudades deben competir por atraer y retener el mejor capital humano, cada vez más ubicuo, resolviendo al mismo tiempo las necesidades básicas de su población, potenciando su identidad y respondiendo a la creciente búsqueda por una mejor calidad de vida. Este estándar va más allá de la vivienda, involucrando el desarrollo integral de los ciudadanos sobre la base del acceso a oportunidades de trabajo, bienes y servicios de calidad, así como mejores espacios urbanos y disponibilidad de áreas verdes.

El dramático proceso de urbanización vivido en la segunda mitad del siglo XX ha aumentado la población en las ciudades y la demanda por mejores servicios y espacios públicos. Cada día las familias chilenas aspiran a más plazas y parques, haciéndolos propios para disfrutar el espacio común con sus familiares o amigos.

La relevancia de considerar el espacio público como un elemento crítico de la infraestructura urbana radica, en parte, a que en las últimas cuatro décadas los chilenos hemos logrado niveles de prosperidad que permiten dejar atrás las necesidades de primer orden. A modo de ejemplo, si bien Chile

aún evidencia un déficit habitacional cercano a las 400 mil viviendas, gracias a sus políticas habitacionales implementadas y corregidas por más de 40 años, probablemente será el primer país en vías de desarrollo capaz de garantizar el acceso universal a la propiedad de la vivienda en los próximos 20 años. En este contexto, las demandas de los nuevos ciudadanos chilenos ya no son por acceso, cantidad o cobertura de bienes y servicios básicos; más bien apuntan a mejorar la calidad de vida, educación, salud, esparcimiento, cultura y bienes públicos.

En un país que en solo 30 años cuadruplicó su ingreso per cápita, redujo la pobreza de 40% a menos del 8%, y cuya clase media emergente crece en forma explosiva; no es casualidad que las prioridades domésticas hayan cambiado. Hoy los chilenos no solo están preocupados de sobrevivir, sino más bien de vivir mejor. Ya no concentran sus esfuerzos en agregar valor al interior de sus hogares, sino también han surgido con fuerza movimientos e iniciativas para mejorar el espacio público. Las exigencias apuntan a un mayor acceso, aumentar la cantidad y elevar la calidad de nuestros espacios colectivos, equipamiento cultural, social, parques y plazas; valorando en forma creciente la protección del medio ambiente, internalizando los costos de malos hábitos de consumo, y adhiriendo a la sustentabilidad y la eficien-

4. Sally, WEF (2013).

5. Giménez & Ugarte, PNDU (2014) Página 13.

6. MDS (2015). Página 11.

7. Reyes y Figueroa (2010). Página 90.

8. Carmona et al. (2004). Página 12.

# 8,8

millones de m<sup>2</sup> de espacios públicos es el déficit nacional que podría revertirse si se invirtiera US\$64 millones al año entre 2018 y 2017.

cia energética como un compromiso ético y parte de este nuevo bienestar.

Mientras se vivían estos cambios dramáticos, en especial durante los años 80 y 90, época en que se privilegiaron políticas y programas focalizados en los temas urgentes, como el acceso a la vivienda, muchas veces fue el Estado el que postergó o no logró proveer esa oferta complementaria de espacio público, equipamiento, servicios y calidad de vida que nuestra sociedad anhelaba. Particularmente, en las periferias urbanas donde se concentra la mayor cantidad de chilenos de clase media emergente, se exacerbó lo que algunos denominan la "deuda urbana", caracterizada por la baja provisión, mala mantención de estos espacios y barrios de escasos recursos. Este diagnóstico ha sido ampliamente compartido por diversos autores y confirmado en la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU), que dedica parte importante de su introducción a relevar este proceso.<sup>5</sup>

La relevancia que cobra la carencia de espacios públicos de calidad se vio reflejada en la encuesta Casen 2015, que incorporó nuevas dimensiones en la medición de la pobreza multidimensional que ayudan a focalizar programas sociales. Entre estas nuevas dimensiones destaca la llamada "Equipamiento comunitario y social", que considera al hogar como carente cuando declara que en

su barrio o localidad se presentan Insuficiencia y/o mal estado de plazas y áreas verdes, infraestructura deportiva, centros comunitarios, lugares de reunión social o recreación alumbrado público, e infraestructura adecuada para personas con discapacidad. Sorprendentemente, antes que el alumbrado o pavimentación, la dimensión que más carencias presentó en las áreas urbanas de nuestro país fue la de plazas y áreas verdes, con 28% como primera mención. Esto viene a ratificar un diagnóstico conocido: la inversión pública en construcción y mantención de espacios públicos no ha crecido a la par con el desarrollo de nuestras ciudades.<sup>6</sup>

En este contexto, la presencia de espacios públicos tiene una serie de atributos positivos que son muy valorados por las personas y juegan un rol fundamental, tanto por sus beneficios ambientales, económicos y sociales.<sup>7</sup>

La dimensión social de los espacios públicos se asocia con aquellos atributos que posibilitan realizar distintas actividades recreativas en sociedad, abiertas a todos, sin discriminación de edad, raza o género, y que en sí representan un espacio democrático de encuentro para los ciudadanos y la sociedad. Cuando están bien diseñados y mantenidos, convocan a la vida en comunidad, facilitan el encuentro y fomentan los lazos sociales. Además, dan forma a la identidad cultural de los barrios, su carácter y sentido de pertenencia.<sup>8</sup>

Otro beneficio social del espacio público es que se relaciona con la dimensión del juego, en particular referido a los niños. Según la Convención sobre los Derechos del Niño de las Naciones Unidas, los niños tienen derecho al descanso, el esparcimiento, el juego, las actividades recreativas, la vida cultural y las artes (artículo 31)<sup>9</sup>. Para los niños, jugar es entretenerse y aprender al mismo tiempo, combinando placer y recompensa. A través del juego libre, los niños aprenden sobre sí mismos y el mundo que los rodea; y a medida que avanzan en su desarrollo, van construyendo habilidades físicas, emocionales, sociales, cognitivas y creativas. El juego activo, en lo físico, permite el desarrollo de habilidades motoras básicas y el desarrollo de habilidades sociales, tales como la negociación, compartir, trabajo en equipo, resolución de conflictos, pensamiento creativo e innovación.

A la dimensión social se agregan los beneficios de los espacios públicos para la salud física y mental de las personas. El acceso a espacios públicos de calidad y bien mantenidos puede ayudar a mejorar la salud física y mental al incentivar la caminata, el ejercicio, la práctica de deportes o, simplemente, disfrutar un ambiente verde o natural, previniendo enfermedades como la obesidad y los problemas propios del sedentarismo. Según el informe de WHO (2016), se evidencia que mayores áreas verdes están relacionadas con

mejoras en la salud mental y reducción del stress, una menor morbilidad cardiovascular, una baja de la prevalencia de diabetes tipo 2, mejores embarazos y una menor tasa de mortalidad. Por otro lado, la oferta de espacios públicos de calidad también incrementa las oportunidades para mayor cohesión social y reducción del crimen. Adicionalmente, se muestra que la calidad y cantidad de las áreas verdes influye en el tipo de actividades de recreación, las oportunidades para relajarse y, en definitiva, el mejoramiento en la calidad de vida de las personas<sup>10</sup>.

Respecto a la función ambiental, la creciente urbanización y la mayor densidad de las ciudades ha llevado a la reducción del espacio público y las áreas verdes al interior del límite urbano, y el aumento de superficies duras e impermeables en nuestras ciudades, lo que lleva al aumento de temperaturas y mayor contaminación de las aguas lluvias por escurrimiento. Estos fenómenos, conocidos como "efecto isla de calor urbana", pueden ser reducidos con la incorporación de vegetación, particularmente en espacios públicos<sup>11</sup>. La vegetación en áreas verdes y espacios públicos también genera otros beneficios ecológicos, como las externalidades positivas que trae consigo la reducción de la contaminación<sup>12</sup>.

En relación al rol económico de los espacios públicos y áreas verdes se entiende el impacto que estos tienen en el valor de las

9. Naciones Unidas (2013). Artículo 31 de Convención sobre los derechos del Niño:

- Los Estados Partes reconocen el derecho del niño al descanso y el esparcimiento, al juego y a las actividades recreativas propias de su edad y a participar libremente en la vida cultural y en las artes.

- Los Estados Partes respetarán y promoverán el derecho del niño a participar plenamente en la vida cultural y artística y propiciarán oportunidades apropiadas, en condiciones de igualdad, de participar en la vida cultural, artística, recreativa y de esparcimiento.

10. Van Herzele, A., T. Wiedemann (2003). Página 124.

11. Lowry (1967).

12. Bascuñán et. al. (2007). Página 98.

13. Crompton (2001).

14. Harnik, P. & J. Welle (2009). Página 1-2.

15. Villagra y Felsenhardt (2015).

16. Allard y Arrasate (2015).

17. Allard y Arrasate (2017).

propiedades cercanas<sup>13</sup>, así como la plusvalía que genera en su entorno<sup>14</sup>.

Un último factor que ha cobrado relevancia en los últimos años es el rol del espacio público como una infraestructura resiliente, que no solo sea capaz de resistir algún desastre natural, sino, además, mitigar daños a las comunidades y servir de plataforma para el manejo de la emergencia y recuperación. Esto toma relevancia en el contexto de ciudades chilenas expuestas a peligros naturales de gran magnitud y las relaciones entre aspectos físicos y sociales que emergen durante la emergencia post-desastre. La presencia, o ausencia del agua, la vegetación, el mobiliario urbano y las arquitecturas, determinan distintas categorías de espacios urbanos con diferentes usos, como el refugio y la evacuación, y distintas dimensiones, como la legibilidad y la contención, que influyen en cómo las personas habitan la ciudad en estado de emergencia. Esta dimensión revela el rol latente del espacio abierto de ciudades expuestas a grandes perturbaciones, y sugiere que tanto la localización como el diseño de espacios públicos en zonas de riesgo cumplen un rol clave para complementar la planificación y el diseño urbano en ciudades propensas a desastres naturales<sup>15</sup>.

Si bien luego del terremoto y tsunami que en 2010 afectó gran parte de la zona central de Chile, el Ministerio de Vivienda y Urbanis-

mo (Minvu) coordinó una serie de Planes de Reconstrucción (PRES y PRBC 18)<sup>16</sup> para localidades costeras que consideraban espacios públicos como obras de mitigación de riesgo, todavía se trata de casos puntuales aún en desarrollo. Entre estos destacan el paseo y parque de mitigación de tsunami levantado en Dichato, en la Región del Biobío, así como los parques de mitigación de tsunami de Pelluhue y Constitución, en la Región del Maule<sup>17</sup>. A estos parques y espacios públicos resilientes se suman los parques inundables, como el Parque Kaukari en Copiapó, Zanjón de La Aguada o Víctor Jara, y La Hondonada, en Santiago, así como los propuestos para las quebradas de Valparaíso afectadas por los incendios. Estos parques se encuentran en diversos estados de avance, y será relevante evaluar su efectividad y posibilidad de replicar la experiencia en la medida que se cuente con un número significativo de ellos ya terminados, así como con la información de riesgo asociada a su localización.

**4,2**   
**m<sup>2</sup>/persona es el promedio de espacios públicos en Chile.**

## Marco Normativo

Actualmente, Chile carece de una regulación adecuada y de un marco institucional cohesivo para normar la provisión de los espacios públicos. La normativa no explicita el tamaño mínimo ni la cobertura o la calidad de espacios públicos, solo existe la exigencia de ceder cierta superficie de área verde cuando se desarrolla un proyecto por extensión<sup>18</sup>.

Según Reyes y Figueroa (2010), esta situación favorece a la proliferación de pequeñas áreas verdes. Dado la tabla dispuesta en Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC)<sup>19</sup>, Bascuñán et. al. (2007) evidencian que por lo general la superficie de áreas verdes en Chile no superaría el 10% de la superficie del terreno.

El Minvu define los espacios públicos como “un bien destinado a la satisfacción colectiva de necesidades urbanas, que se caracteriza por la condición de libre acceso por parte de la ciudadanía”. Esto incluye lugares que cumplan con distintos servicios como: el acceso al deporte (canchas y estadios); recreación (plazas y parques); cultura (museos y bibliotecas) y otros (playas o centros cívicos).

A su vez, la OGUC define el espacio de uso público como un “bien nacional de uso público, destinado a circulación y esparcimiento u otro”. También el concepto de plaza como a un “espacio libre de uso público destinado, entre otros, al esparcimiento y circulación peatonal”. Y define parque como un “espacio libre de uso público arborizado, eventualmente dotado de instalaciones para el esparcimiento, recreación, prácticas deportivas, cultura u otros<sup>20</sup>”.

Por su parte, la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) reconoce a las Municipalidades como el organismo público

responsable de intervenir, habilitar terrenos o rehabilitar zonas deterioradas dentro de la comuna respectiva<sup>21</sup>. En tanto, en el artículo 3 de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades de 2006, la Subsecretaría de Desarrollo Regional (Subdere) define las funciones privativas que deben cumplir los municipios están las de aseo y ornato<sup>22</sup>. Por esta razón, las municipalidades cuentan con una unidad de medio ambiente, aseo y ornato, a cargo de la construcción, conservación y administración de áreas verdes de la comuna<sup>23</sup>. Siendo los parques urbanos gestionados directamente por el Minvu.

Adicionalmente, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) son instrumentos disponibles para la construcción de áreas verdes a nivel regional. También se encuentra la red de Parques Urbanos administrada por el Parque Metropolitano de Santiago (Parquem), servicio público dependiente administrativamente del Minvu, y que tiene a su cargo la administración, cuidado y mantenimiento del Parque Metropolitano de Santiago, así como otros 19 parques distribuidos en 15 comunas del país<sup>24</sup>.

Los espacios públicos destinados al deporte y la cultura son normados en distintos cuerpos legales. En el caso de la gestión de los espacios públicos destinados al deporte, el Instituto Nacional del Deporte (IND) tiene el mandato de gestionar y delegar su administración a privados u otros organismos públicos. En cuanto a cultura, la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (Dibam) es el organismo a cargo de los espacios culturales a gran escala y de la red de museos.

18. Ley General de Urbanismo y Construcciones, Artículo 70.

19. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Artículo 2.2.5.

20. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Artículo 1.1.2.

21. Ley General de Urbanismo y Construcciones, artículos 79 y 80.

22. Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, Artículo 3°.

23. Artículo 25 de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.

24. <http://www.parquemet.cl/>



# Situación actual y diagnóstico

## Provisión de Espacios Públicos

Chile presenta diferencias territoriales importantes en cuanto a la provisión de espacios públicos y, en especial, de áreas verdes, generando zonas deficitarias que requieren aumentar su cobertura. Estas diferencias podrían ser explicadas por procesos no uniformes de urbanización<sup>25</sup>.

Las comunas de bajos ingresos y mayor población tienen un mayor número de áreas verdes, pero de menor tamaño<sup>26</sup>. Según "Ciudad con Todos", (2016), el 9,8% de los hogares de la Región Metropolitana acceden a más de cinco metros cuadrados (m<sup>2</sup>), en cambio, el 46,2% no accede a más de un m<sup>2</sup>. Por lo general, en zonas más deficitarias en espacios públicos se concentran hogares con menores recursos y activos.

Según la encuesta Casen 2015, el 12,5% de los hogares chilenos no disponen de parques y plazas a menos de 20 cuadras. Además, cuando se considera las zonas urbanas y rurales se observa una gran brecha. Por una parte, 4,9% de los hogares en zonas urbanas no tienen áreas verdes, por otra un 62,7% de los hogares de las zonas rurales presentan esta carencia. Adicionalmente, hay diferencias entre los hogares de menos y más recursos. Mientras que el 20,5% de los hogares pertenecientes al 20% más pobre de la población cuentan con acceso a las áreas verdes, el 5,7% de los hogares del 20% más rico dice no tener acceso.

Esta encuesta también pregunta si la vivienda está a 20 cuadras de equipamiento deportivo, entendiéndose como centros deportivos, las canchas o skateparks, sin distinguir si este equipamiento es de acceso público o privado. Además, se observa que 12,2% de los hogares dice no contar con equipamiento deportivo a menos de 20 cuadras. No obstante, al diferenciar por quintil de ingreso, el 18,2% de los hogares del 20% más pobre no tendría acceso y, en el 20% más rico, 8,0% de los hogares manifestó no tener acceso.

En cuanto al equipamiento comunitario, que corresponde a centros vecinales, sedes sociales, biblioteca vecinal o centro cultural comunitario, el 11,5% de los hogares no tiene acceso a los centros comunitarios a menos de 20 cuadras. Mientras que el 15% del 20% más pobre responde no tener acceso, el 20% más rico, lo afirma un 9,6%.

El Consejo Nacional de la Cultura define espacios culturales como cualquier infraestructura que sea utilizada y se clasifique como biblioteca, centro cultural o casa de la cultura, gimnasio, museo, sala de teatro, sala de cine sala de exposición, galería de artes, archivo o estudio de grabación. La última información disponible es de 2015 y no entrega justificación de la definición de infraestructura, por lo que sería, a lo menos, cuestionable considerar a los gimnasios como espacios culturales.

25. Picon et. al. (2017). Página 4.

26. Reyes y Figueroa (2010). Página 89.

Fuente:  
Elaborado a partir de Consejo Nacional de la Cultura, [www.espaciosculturales.cl](http://www.espaciosculturales.cl)

En la Tabla 10.2 se muestra la distribución de los espacios culturales por región y se observa que el promedio nacional es 11.571 personas por infraestructura cultural. Las regiones con más habitantes por espacio cultural son la Metropo-

litana (16.631) y Coquimbo (15.794), independientemente que cuenten con más infraestructura que el promedio, correspondiente a 429 y 153 recintos, respectivamente. Caso contrario es lo que ocurre en las regiones de Aysén y Magallanes.

Espacios culturales por región > TABLA 10.2

REGIÓN	Nº INFRAESTRUCTURA	% DE INFRAESTRUCTURA POR REGIÓN	HABITANTES CASEN 2015	Nº DE HABITANTES POR INFRAESTRUCTURA CULTURAL
Tarapacá	39	2,6%	326.966	8.384
Antofagasta	66	4,4%	574.413	8.703
Atacama	44	2,9%	281.153	6.390
Coquimbo	48	3,2%	758.108	15.794
Valparaíso	153	10,1%	1.824.098	11.922
O'Higgins	91	6,0%	914.682	10.051
Maule	87	5,7%	1.032.683	11.870
Biobío	186	12,3%	2.067.335	11.115
Araucanía	102	6,7%	983.653	9.644
Los Lagos	110	7,3%	863.439	7.849
Aysén	34	2,2%	103.207	3.036
Magallanes y de la Antártica	38	2,5%	150.675	3.965
Metropolitana	429	28,3%	7.134.812	16.631
Los Ríos	57	3,8%	369.488	6.482
Arica y Parinacota	33	2,2%	167.793	5.085
<b>TOTAL</b>	<b>1.517</b>	<b>100%</b>	<b>17.552.505</b>	<b>11.571</b>

En este contexto, este documento presenta la metodología para el análisis del capítulo “Espacios Públicos” para el “Informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027”.

## Experiencia internacional y escenario futuro

438

La discusión sobre la provisión de estándares de áreas verdes ha sido parte importante en el debate urbano internacional en los últimos años. Sin distinguir si el área verde es pública o privada, en 1970 las Naciones Unidas sugirió un estándar de 6 ha por 1.000 personas (60m<sup>2</sup>/persona). A partir de esto, Japón adoptó un estándar de 4ha/1.000 personas (40m<sup>2</sup>/persona), y en Estados Unidos y Canadá, propusieron 10 acres/1.000 personas (4,05ha/1.000 personas, es decir, 40,5m<sup>2</sup>/persona)<sup>27</sup>.

Por su parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente (Aema) recomienda que existan áreas verdes accesibles a 15 minutos caminando y lo que recomienda “Accessible Natural Green space Standards (ANGSt)”<sup>28</sup> con al menos una accesibilidad de 2ha/1.000 personas (20m<sup>2</sup>/persona). Además, sugiere que:

- Cada hogar debe estar a 300 m (5 minutos caminables) de un área verde accesible.
- Debe haber 1 ha de reserva natural por 1.000 personas, lo que corresponde a 10 m<sup>2</sup>/personas.
- Cada hogar debe contar con una accesibilidad de área verde de 20 ha, 100 ha y 500 ha a 2 km, 5 km y 10 km, respectivamente.

Al igual que el resto de la infraestructura, los espacios públicos no solo requieren que se proyecten según su demanda actual, sino que se genere un cronograma de inversión.

En tanto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) propone como mínimo 9 m<sup>2</sup> áreas verdes por habitantes (Reyes y Figueroa, 2010) (Pafi et al, 2016)<sup>29</sup>. No obstante, los estándares españoles serían de 13 m<sup>2</sup> por habitante<sup>30</sup>.

En el caso germano, el Instituto Alemán para el Urbanismo (Deutsches Institut Für Urbanistik, Difu) recomienda 17m<sup>2</sup>/habitante de espacios verdes (incluyendo jardines privados y cementerios)<sup>31</sup>. Tal como se ha mencionado, se entiende por accesibilidad como acceso público. A partir de esta definición de accesibilidad, la ciudad de Leipzig sugiere un acceso de área verde de 10m<sup>2</sup>/persona, y el Departamento de Desarrollo Urbano de Berlín, un estándar de 6m<sup>2</sup>/persona<sup>32</sup>.

En Chile no existe un estándar oficial de áreas verdes, no obstante, los chilenos identifican como un problema de salud la falta de acceso a áreas verdes. Por esta razón, la Estrategia Nacional de Salud 2011-2020 del Ministerio de Salud fijó como el objetivo 6.5 el aumentar en 20% las áreas verdes en las comunas de más de 50 mil habitantes. Por su parte, Reyes y Figueroa (2010) proponen como estándar que la población comunal que cuenta con una superficie mayor o igual a 5.000 m<sup>2</sup> de área verde a una distancia no

27. Satder et. al. (2010). Página 8.

28. Satder et. al. (2010). Página 8.

29. Si bien la figura de 9 mt<sup>2</sup> por habitante es citada por Reyes y Figueroa (2010, Página 104), y por Pafi et al (2016, Página 6), en ambos casos dicha cita es indirecta, y hasta ahora ha sido imposible encontrar la fuente primaria de dicho estándar supuestamente atribuido a la Organización Mundial de la Salud.

30. Bascuñan et. al. (2007). Página 98.

31. Hernandez et al. (1997). Página 53.

32. Kabish et al. (2016). Página 587.

33. Ciudad con Todos (2017). Op. Cit. Página 10.

Fuente: Ciudad con Todos (2017), página 10-11, 17.

superior a 300 metros de su vivienda. Adicionalmente, y tal como se mencionó en el marco legal, la mínima área verde exigida por la Ogu para un loteo de hasta 70 habitantes por hectárea es de 10 m<sup>2</sup> por habitante.

Por su parte, la metodología del CIT presenta los distintos estándares de áreas verdes de la ciudad, mientras que “Ciudad con Todos” define tres umbrales de estándares mínimos de áreas verdes<sup>33</sup>:

- Corto plazo: todos los ciudadanos cuentan con al menos 1 m<sup>2</sup> de área verde por manzana.
- Mediano plazo: todos los ciudadanos acceden al promedio de m<sup>2</sup> de áreas verdes por manzana de sus respectivas ciudades.
- Largo plazo: todas las ciudades acceden al total de áreas verdes por manzana con que cuenta el percentil 90 de la ciudad.

En el Tabla 10.3 se presenta los estándares propuestos y el cumplimiento de estos para el corto, mediano y largo plazo.

439

### Estándares ciudad con todos y su cumplimiento (%)

› TABLA 10.3

CIUDADES	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO (PROMEDIO POR HAB)	LARGO PLAZO (P90)
Antofagasta	1,0 m <sup>2</sup> /hab (29,9%)	1,3 m <sup>2</sup> /hab (28,2%)	3,2 m <sup>2</sup> /hab (10,3%)
Gran Coquimbo	1,0 m <sup>2</sup> /hab (85,2%)	5,3 m <sup>2</sup> /hab (37,0%)	9,2 m <sup>2</sup> /hab (10,0%)
Gran Valparaíso	1,0 m <sup>2</sup> /hab (87,5%)	3,6 m <sup>2</sup> /hab (30,3%)	6,8 m <sup>2</sup> /hab (10,1%)
Gran Santiago	1,0 m <sup>2</sup> /hab (83,6%)	3,7 m <sup>2</sup> /hab (45,8%)	6,8 m <sup>2</sup> /hab (10,3%)
Gran Concepción	1,0 m <sup>2</sup> /hab (82,5%)	7,3 m <sup>2</sup> /hab (30,8%)	20,8 m <sup>2</sup> /hab (10,0%)
Punta Arenas	1,0 m <sup>2</sup> /hab (99,8%)	12,2 m <sup>2</sup> /hab (28,2%)	18,1 m <sup>2</sup> /hab (10,0%)
<b>TOTAL</b>	<b>1,0 M<sup>2</sup>/HAB (82,1%)</b>	<b>4,2 M<sup>2</sup>/HAB (41,1%)</b>	<b>8,5 M<sup>2</sup>/HAB (10,2%)</b>

Si bien la metodología de Ciudad con Todos (2017) propone distintas exigencias en los estándares dependiendo de las realidades geográficas, es cuestionable que solo por vivir en el norte, la exigencia de provisión de áreas verdes es menor a la persona que vive en el sur. En rigor, la proporción de  $m^2$  por habitante debería ser constante en el país, independiente de la zona geográfica, ya que no se está midiendo la cobertura arbórea, sino la disponibilidad de espacio público que cumpla las funciones sociales y económicas ya expuestas.

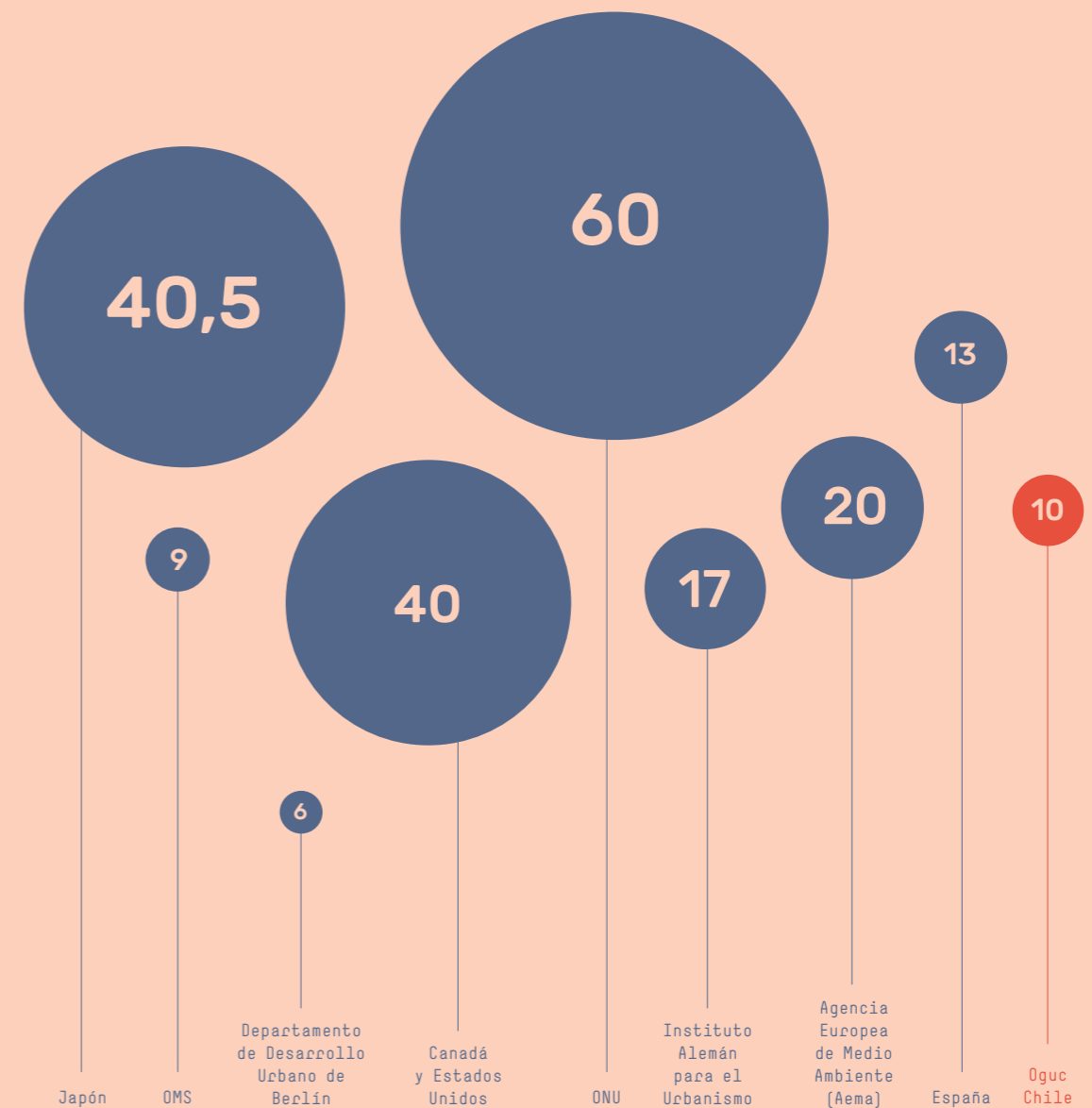
En este sentido, la diferenciación respecto al contexto geográfico debería darse más bien por el diseño de estas áreas verdes. La experiencia internacional en ciudades como Tucson o Phoenix en Arizona, EE.UU. indica que el diseño de áreas verdes en zonas áridas puede lograrse en forma efectiva con principios de diseño xerófito, esto es, utilizando especies locales de bajo consumo de agua, pavimentos pétreos con áridos en lugar de césped y construcción de sobra en base a pérgolas y otras estructuras complementarias (Donofrio et al. 2009).

A base de estos antecedentes, y la inexistencia de estándares mínimos de áreas verdes para Chile, el presente estudio define 5 umbrales:

- Corto plazo, al igual que Ciudad con Todos, que todos los ciudadanos cuenten con al menos de 1 metro cuadrado de área verde por manzana.
- Mediano plazo: Promedio regional. Todos los ciudadanos acceden al promedio de  $m^2$  de áreas verdes por manzana de sus respectivas regiones, estimados a partir de la información del Sistema Nacional de Información Municipal (Sinim).
- Mediano plazo: Promedio nacional. Todos los ciudadanos acceden al promedio nacional ( $4,2 m^2/hab$ ) de  $m^2$  de áreas verdes por manzana, según el Sinim.
- Largo plazo:  $6m^2/habitante$  en sus respectivas manzanas, tal como lo propone Berlín. Similar al promedio de las ciudades del sur de Chile.
- Largo plazo:  $10m^2/habitante$  en sus respectivas manzanas, tal como lo estipula el mínimo área verde exigida por la Oguic para un loteo de hasta 70 habitantes.



## Estándar internacional de áreas verdes [m<sup>2</sup>/hab]



# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

## Aspectos metodológicos

Uno de los principales avances de este estudio es la revisión, sistematización y actualización de la metodología de análisis para medir el déficit de áreas verdes. En este sentido, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y a las metodologías más recientes utilizadas en el país. Entre ellas, están la desarrollada por la Gerencia de Estudios de la CChC para el ICD 2016-2025, así como las avanzadas por el Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibáñez, y el Programa "Ciudad con Todos" del Centro de Políticas Públicas de la Universidad Católica de Chile.

A continuación, se describen las metodologías que han estimado el déficit de áreas verdes en Chile, la de la CChC, la de "Two Step Floating Catchment Area (2SFCA)<sup>34</sup>" y "Enhance Two Step Floating Catchment Area (E2SFCA)<sup>35</sup>". Finalmente, en el presente estudio se optó por utilizar la metodología E2SFCA, similar a la desarrollada por el Centro de Inteligencia Territorial (CIT) de la UAI, y que permite contar con información más precisa acerca del déficit de áreas verdes asociado a cada manzana o barrio, lo que genera una propuesta más adecuada en cuanto a la localización de la inversión de este tipo de infraestructura.

### ICD 2016-2025

El informe "Infraestructura Crítica para el Desarrollo", publicado en 2016 por la CChC, define como espacios abiertos "aquellos donde

las personas desarrollan actividades en un contexto social, compartiendo el uso de dicho espacio con otros".

A partir de la base de datos del Precenso 2011, consideran los espacios públicos locales como la dotación de plazas y centros deportivos (multicanchas). Se define "plaza" como una zona que cuenta con bancas, basureros, juegos, jardines e iluminación. También se toman en cuenta los espacios públicos de recreación, deporte y cultura. Para determinar el área de influencia de los espacios públicos, la metodología determinaba las distancias caminables.

En cuanto a la provisión de espacios públicos, el ICD 2016-2025 no proyecta una brecha significativa a nivel local en dotación de plazas y centros deportivos. No obstante, anticipa un mayor gasto para la mantención de estos espacios públicos. Se identificaba que entre el 15% a 20% de las siete zonas urbanas consideradas no cuenta con equipamiento recreacional y/o deporte. Se estimó un déficit de 519.913.680 m<sup>2</sup> de plazas, lo que corresponde a 257 plazas, y 413.397.984 m<sup>2</sup> de multicanchas, unas 52 unidades.

Se observa que Chile destina fondos para la infraestructura de recreación, deporte y cultura el equivalente a 25% de lo que gastan otros países que tienen el mismo nivel de desarrollo. Por ello, se calcula como déficit el gasto de infraestructura necesario para alcanzar

los niveles de gastos de países equivalentes en nivel de desarrollo. Se observa que existe un 0,02% PIB al año (US\$55 millones) de brecha del gasto en cultura y 0,04% PIB al año (US\$103 millones) de brecha de gasto deporte y recreación. Es decir, un gasto anual de US\$158 millones en recreación, deporte y cultura.

La cifra total de requerimientos de infraestructura de espacios públicos proyectados por el ICD para el período 2016-2025 fue de US\$859 millones (0,3% del PIB). Esta cifra se construye a partir de los requerimientos de las plazas (US\$17 millones), multicanchas (US\$4,4 millones), mantención (US\$47,8), cultura (US\$275 millones), y deporte y recreación (US\$515 millones).

Según el Informe de Finanzas Públicas de la Dipres (2017), durante 2017 el gasto destinado a actividades recreativas, cultura y religión fue \$326.978 millones de pesos 2016. Este gasto corresponde al 0,2% del PIB. Se observa que el gasto para estas funciones se ha duplicado entre los años 2007 y 2016, de \$158.958 millones a \$326.978 millones. Aumentando principalmente el gasto en servicios culturales, que creció un 155% (de \$66.500 millones a \$157.301 millones) en el mismo período. En cambio, el gasto en servicios recreativos y deportivos un 70% (de \$92.459 millones a \$157.301 millones).

Mientras que los países miembros de la OCDE gastan en recreación, cultura y religión

un promedio de 0,72% del PIB, según la última información disponible para el 2014<sup>36</sup>, es posible estimar que la brecha actual utilizando una tasa de referencia de 0,72% del PIB implicaría que se requiere un gasto adicional de \$850.143 millones de pesos, lo que corresponde a US\$1.417 millones, unos US\$157 millones al año para el período 2018-2027, similar a lo estimado por la CChC (2016).

### Metodología de accesibilidad

El concepto de accesibilidad permite determinar la factibilidad que la ciudadanía pueda hacer uso de los espacios públicos. Para ello se requiere tomar en cuenta el acceso<sup>37</sup>, que se determina como la posibilidad real de desplazarse a un lugar determinado y se mide como la distancia al equipamiento (que puede ser metros caminables o el tiempo que se demora en llegar). Por otro lado, la capacidad de carga se define como la factibilidad real de ocupar el equipamiento y se calcula como la relación entre la oferta disponible de ciertos servicios dado su uso (demanda). Tal como lo propone Bascuñán et. al. (2007), la inversión de áreas verdes debiera vincularse a la cantidad de habitantes.

En la actualidad, los estudios más relevantes que recomiendan la planificación y el diseño de espacios públicos utilizan datos georreferenciados en base a Sistemas de Información Geográfica o SIG.<sup>38</sup> Luo y Wang (2003) usaron la metodología de "Two Step

34. Luo, W., F. Wang (2003).

35. Luo, W., F. Wang (2009).

36. <http://stats.oecd.org/>. Revisado el 15 de diciembre 2017.

37. Ciudad con Todos (2016), Página 25.

38. Van Herzelle, A., T. Weidemann (2003).

Floating Catchment Area (2SFCA)” para definir la accesibilidad de médicos de ciertas zonas y mejorar su asignación en las distintas áreas del norte del estado de Illinois, en Estados Unidos. La disponibilidad de médicos (oferta) como de la población que reside alrededor de ellos (demanda). Tomando en cuenta que los profesionales como la población que reside no se distribuyen de manera uniforme en el territorio, esta metodología permite medir la accesibilidad espacial de ciertos servicios considerando la distancia, las barreras geográficas y la población que puede acceder.

Tal como dice su nombre, la metodología de 2SFCA tiene dos etapas. En la primera se determina cuánto aporta cada médico a la población (la que tiene acceso) y se construye la razón médico por habitante. En la segunda etapa se suman todas las razones de médicos por habitantes que puede acceder cierta población<sup>39</sup>. Esta idea de limitar la provisión de

los servicios a cierta área fue propuesta por Radke y Mu (2000), y tenía como fin situar los servicios de manera óptima ante el inminente crecimiento de la población en las ciudades.

Una de las mayores ventajas de esta metodología es su fácil interpretación y que genera recomendaciones de localización, dependiendo no solo de la disponibilidad promedio, sino que considera las características geográficas locales. Una de las limitaciones del 2SFCA es que en el área de acceso se distribuye de manera uniforme y discrecional la provisión de un servicio. Con ello se trata de la misma forma a las personas que se encuentran al lado del servicio, con aquellas que se localizan en una distancia más lejana al este. Además, al definir un área de acceso se asigna de manera binaria la provisión del servicio: si se encuentra dentro del área se asigna todo, y si se encuentra fuera del límite, nada, independiente de las manzanas que estén contiguas.

Por esta razón, el modelo que se conoce como “Enhanced Two Step Floating Catchment Area (E2SFCA),” propuesto por los mismos autores Luo y Qi (2009), considera que a medida que el individuo se encuentra a una mayor distancia del equipamiento, su probabilidad de uso decae. Para ello, corrige a la población que tiene acceso por una función de decaimiento. La implicancia de esto es que las zonas periféricas tendrían un mayor déficit que las cercanas al servicio y, con ello,

39. Según Luo, W., F. Wang [2003], página 872, accesibilidad se define como:

$$A_i^F = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_o\}} R_i = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_o\}} \frac{S_j}{\left[ \sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_o\}} P_k \right]}$$

Siendo:  
 $S_j$  el número de médicos para la zona  $j$  y  
 $P_k$  la población a una distancia accesible.

cambia la recomendación de localizar los nuevos servicios, que en dicho estudio son las consultas médicas. Por ello, esta metodología es sensible a la distribución espacial de los espacios públicos y tiene efectos en las recomendaciones de inversión de plazas y reducción del déficit urbano.

Se observa que la distancia caminable desde el hogar a las áreas verdes es una de las precondiciones más importantes para analizar su uso. Las personas que viven cerca de las plazas, por lo general, usan más las plazas o parques. Se evidencia que es fundamental la accesibilidad de los espacios públicos de menor tamaño y más cercano para los adultos mayores y niños<sup>40</sup>. Por esta razón, la distancia caminable accesible es tan importante como el tamaño del parque<sup>41</sup>.

A pesar del avance metodológico, se debe discutir cuál es la forma funcional adecuada para representar el decaimiento que debiera depender de la necesidad del servicio, si el área de acceso es la adecuada<sup>42</sup> (en este estudio utilizan 30 minutos motorizados), o si el área de acceso debiera depender de las características de la población<sup>43</sup>.

Posteriormente, un estudio de Wan y Zou (2011) cuestiona que la metodología de E2SFCA estaría sobreestimando la población que demanda el servicio, dado que la demanda por un servicio puede disminuir si existe disponibilidad de otro servicio. Para solucio-

nar la sobreestimación de la demanda, Wan y Zou proponen una metodología conocida como “Three-Step Floating Catchment Area (3SFCA)”, que corrige la demanda por un servicio dado la disponibilidad de otros.

#### • Centro de Inteligencia Territorial (CIT)

En los últimos años, el Centro de Inteligencia Territorial (CIT) de la Universidad Adolfo Ibáñez, en conjunto con la Gerencia de Estudios de la CChC, ha llevado a cabo un proyecto que busca desarrollar los indicadores de accesibilidad para 22 ciudades chilenas, con el fin de identificar las zonas críticas de ellas en cuanto a infraestructura básica, equipamiento urbano y contaminación en el entorno. Tal como lo describe su documento metodológico, CIT (2017), lo que comprende este estudio va más allá de las áreas verdes, ya que contempla una dimensión de accesibilidad en el entorno (áreas verdes, equipamiento deportivo, cultural, salud, servicios públicos y de educación), dimensión socioeconómica (nivel socioeconómico, concentración y dispersión de los grupos socioeconómicos [GSE]) y una dimensión medioambiental (amplitud térmica anual y cobertura vegetal).

El CIT basa su estudio en la metodología E2SFCA y calcula la disponibilidad de áreas verdes (oferta), dado la población que efectivamente accede a esa plaza (demanda), co-

40. Van Herzele, A., T. Wiedemann [2003]. Página 113.

41. Van Herzele, A., T. Wiedemann [2003]. Página 111.

42. Luo y Qi [2009]. Página 1005.

43. Wan, Zou y Sternberg [2011]. Página 1086.



rrigiendo por una función de decaimiento que depende de la distancia, vale decir, a mayor distancia de la manzana de la plaza menos personas acceden al área verde.

La metodología del CIT permite diferenciar si el parque tiene una escala local o metropolitana, sin embargo, se debe precisar que es más bien discrecional la distinción de si el parque es metropolitano<sup>44</sup>. En el primer caso, considera a la población que rodea al área verde local a una distancia menor a los 30 minutos, suponiendo que después de los 30 minutos caminando las personas dejan de asistir al parque y su probabilidad de acceder tiende a cero. En el caso de los parques metropolitanos, los considera accesibles a toda la ciudad, ya que se toma en cuenta el supuesto que a mayor tamaño del parque se genera una mayor funcionalidad de las áreas verdes y la demanda de toda la población, ya que pueden ser utilizadas para actividades deportivas, recreación, culturales u otras funciones. En caso de existir más de un acceso, se consideran los distintos puntos de acceso de los parques (lo que influye en la definición del área de la población que tiene acceso), sin duplicar la oferta de áreas verdes.

Para medir la distancia, el CIT utiliza los datos de la Encuesta Origen Destino (EOD) para los parques metropolitanos. Para la provisión a nivel local, utiliza la información del transporte pedestre, y para los parques metropolitanos, el transporte motorizado. En ambos casos, la disposición a acceder al parque decae en el tiempo y la función para determinar la velocidad depende de la impedancia y variabilidad topográfica del terreno. Este último factor puede ser relevante en el caso de

ciudades con accidentes topográficos, como Valparaíso. Esta función busca representar la frecuencia que tienen las personas en hacer el viaje, ya que para ello se diferencia por el motivo (quehaceres, motivos libres a pie y motivos libres motorizados)<sup>45</sup>. Se observa que existiría una mayor frecuencia cuando los motivos son quehaceres, pero la población tiene una mayor propensión a realizar viajes más largos cuando tienen motivos libres. En el caso de la metodología de áreas verdes, sólo se utilizan los motivos libres.

La función desarrollada determina la probabilidad de acceso dependiendo del tiempo de distancia, castigando la accesibilidad a las manzanas que están más lejos al área verde. Donde la disposición de movimiento se mide a partir de la probabilidad de asistencia al equipamiento (**P<sub>equip</sub>**) de la manzana. Esta probabilidad depende del tiempo de desplazamiento que demora la persona en llegar y tiene la siguiente forma funcional:

$$P_{equip} = \exp(\alpha (\max(0, t-5)))$$

Donde,

- $\alpha$ : es el coeficiente multiplicador, que varía dependiendo del motivo del viaje: por obligación (trámite o quehaceres) o motivo libre.
- $t$ : Tiempo, que se mide en minutos.

La metodología del CIT es más precisa en cuanto a determinar la accesibilidad de áreas verdes de la manzana, considerando varia-

44. El CIT basa la distinción si un parque es metropolitano en base a estudios exploratorios y de percepción.

45. CIT [2017]. Página 8-9.

46. Las 5 dimensiones son: educación, salud, áreas verdes, transporte y seguridad.

47. Ciudad con Todos [2017]. Página 5.

Fuente: Ciudad con Todos [2017].

bles como la impedancia topográfica (que es la distancia medida en tiempo considerando las pendientes), tanto para los peatones como para el transporte movilizad.

#### • Ciudad con Todos

Desde 2015 que el Centro de Políticas Públicas de la Pontificia Universidad Católica viene impulsando el proyecto "Ciudad con Todos". Éste apunta a la configuración de una plataforma web que ponga a disposición de todos los actores aquella información pública a escala de manzana, y la conformación de una red de trabajo colaborativo estructurada en cinco dimensiones<sup>46</sup>, entre ellas las áreas verdes.

El centro de estudios define un área verde como: "Las áreas verdes públicas o de acceso público son espacios abiertos en zonas urbanizadas y ubicados al interior de asen-

tamientos urbanos, cumplen funciones sociales, ambientales y económicas en los territorios donde se emplazan y están caracterizados siempre por la relevancia de vegetación según la zona geográfica en que se ubica, la cual determinará el tipo de vegetación y el nivel de predominio de la misma<sup>47</sup>".

"Ciudad con Todos" se basa en la metodología 2SFCA, que tal como se mencionó anteriormente, calcula la accesibilidad en dos etapas. En la primera se clasifican las áreas verdes según su superficie y las manzanas que tienen alcance. En la segunda, se dividen esas áreas verdes por la población de esas manzanas.

Para ello, se clasifican estas áreas verdes por superficie. Este procedimiento se realiza para todas las áreas verdes. Después, se suman la superficie de m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitantes que las distintas plazas de la ciudad aportan a la manzana.

#### Clasificación de áreas verdes

> TABLA 10.4

	TIPOLOGÍA DE ÁREA VERDE	SUPERFICIE	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO	MODO DESPLAZAMIENTO	DISTANCIA
Plaza (menor a 2 ha)	Plaza menor	500 y menos de 5.000 m <sup>2</sup>	Caminata	300 m	5 min
	Plaza mayor	5.000 y menos de 20.000 m <sup>2</sup>	Caminata	600 m	10 min
Parque (mayor a 2 ha)	Parque menor	2 ha y menos de 10 ha	Transporte público		10 min
	Parque mayor	10 ha o más	Transporte público		20 min

Además, utilizaron cinco filtros para delimitar las áreas verdes a analizar:

- Que se encuentren dentro del área urbana de las zonas catastradas.
- Que sean accesibles al público. Se excluyen los bandejones de autopistas bajo 500 m<sup>2</sup> que no son utilizados dado la dificultad de acceso a ellos.
- Sobre 500 m<sup>2</sup> para garantizar cierto nivel de superficie para el esparcimiento.
- De acceso público, gratuitas o con entradas accesibles, no se consideran espacios de uso privado como los cementerios y los campos de golf.
- En buenas condiciones y consolidadas (que se mantengan), excluyendo los cerrros no habilitados o sitios eriazos sin consolidación.

El estudio de "Ciudad con Todos" (2017) toma en cuenta a las ciudades de Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Gran Valparaíso, Gran Santiago, Gran Concepción y Punta Arenas. Considera que el 95% de los hogares de la Región Metropolitana vive cerca de un espacio público de 5.000 m<sup>2</sup> a 2.000 metros caminables, y que 74,9% a 500 metros caminables. Tomando en cuenta la provisión a escala de mayor tamaño, el 26,9% de la población tiene acceso a un parque de 100.000 m<sup>2</sup>.

Uno de los resultados del estudio es que ciudades en el extremo norte del país presenta peores indicadores de accesibilidad a este tipo de espacios que las ciudades situadas en el extremo sur. Adicionalmente, existirían diferencias importantes en la distribución de

estos en las ciudades, y en la Región Metropolitana solo el 6% de la población accede a más de 10 m<sup>2</sup> de áreas verdes. También, que la cartera de proyectos de inversión que se estaría ejecutando no estaría localizada en las zonas identificadas como más críticas.

### Metodología utilizada

Para desarrollar el presente estudio, al igual que el CIT, se utilizaron SIG y la metodología de E2FCA para modelar el déficit de espacios públicos, lo que permite georreferenciarlos y determinar las manzanas (y su población) que efectivamente puede acceder a ellas. Con ello, es posible determinar el déficit de área verde por manzana. Según esta metodología<sup>48</sup>, accesibilidad de la población localizada se define como:

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij}, d_r\}} R_j W_{ri}$$

Donde,

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj}, d_r\}} P_k W_r}$$

$S_j$  es la oferta del servicio (j donde se ubica el servicio), la  $P_k$  población (k la ubicación de la población, la manzana) y  $W_r$  la función que captura el decaimiento de la probabilidad de acceso a mayor distancia (tiempo) (r es la distancia). Y  $D_r$  el conjunto de distancias.

48. Lou y Qi (2009).  
Página 1102.

Para este estudio, cuando una manzana tiene un superávit de espacios públicos, no solo no es contabilizado dentro del déficit, sino que tampoco será en el resultado agregado de la ciudad. Solo se consideran a las manzanas con déficit y se trabaja solamente con las que tienen población mayor a cero, dado que, conceptualmente, según la metodología del SIG, si importa que la nueva infraestructura urbana se localice en manzanas con déficit. Finalmente, se propone la siguiente fórmula para determinar el déficit de accesibilidad a espacios públicos<sup>49</sup>, definido como:

#### Déficit = Brecha + Población

Tal que:

- Brecha: como los m<sup>2</sup> faltantes<sup>50</sup> en la manzana en relación a los estándares definidos.
- Población: población total en la manzana respectiva.

La unidad de análisis utilizada es la manzana y para proyectarlo a escalas mayores (comuna o ciudad), se realiza un promedio ponderado de la población. Se utiliza la escala de manzana censal, ya que es la unidad territorial mínima que utiliza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para mapear los resultados del Censo, evitando ocultar diferencias que existan al interior de una comuna.

Al igual que la metodología del CIT, en el presente estudio se consideran dos tipos de áreas verdes o parques: locales y metropolitanos. La distancia para los parques locales se define como 30 minutos caminando (1.800

segundos), y para parques metropolitanos, se toma en cuenta a la población de toda la ciudad. En ambos casos, a mayor distancia decae la probabilidad que la población de la manzana acceda.

En este sentido, se comparte la visión del CIT, que los parques metropolitanos corresponden a áreas verdes de mayor tamaño y con mayores atributos, por los que toda la ciudad estaría dispuesta a ir, siendo la población más cercana a estos los que mayormente los frecuentan.

Al igual que "Ciudad con Todos", la base del CIT considera las áreas verdes públicas y se excluye de la base del Sinim la presencia de patios de colegios u otros espacios privados. Tampoco son incluidas las playas y los bandejones. No obstante, considera superficies de menor tamaño.

Se debe considerar que existe cierto incentivo en complejizar la aplicación del SIG a través de incorporar una serie de factores complementarios que pueden influir en la accesibilidad de áreas urbanas. No obstante, sobrecargar el modelo con información puede influir en complejizar demasiado la comunicación del resultado<sup>51</sup>.

**95% de los hogares de la Región Metropolitana vive cerca de un espacio público de 5.000 m<sup>2</sup>, según el estudio "Ciudad con Todos".**

## Datos utilizados

En Chile, no todos los territorios cuentan con la información de disposición de espacios públicos. Tampoco existe un catastro público que permita identificar la funcionalidad, calidad o beneficios de estos. Por lo tanto, una fuente de información son los resultados del Censo, que utiliza como unidad de análisis la manzana censal.

El Sinim entrega información agregada de áreas verdes con mantención por comuna. La última información disponible para áreas verdes en mantención del Sinim es del año 2016 y para la población es del año 2002. Dado que la información de la población no

estaría actualizada, se utiliza la información comunal de la población de la encuesta Casen 2015.

En la Tabla 10.5 se observa, que las regiones en el norte tienen menos espacios públicos por persona que las regiones del sur de Chile. La de Tarapacá es la que tiene menos espacios públicos, con 1,0 m<sup>2</sup> por habitante, y Magallanes es la que dispone de más, con 8,6 m<sup>2</sup> por habitante. Además, se observa que los datos comunales del Sinim no contienen la información de todas las comunas de las regiones, sino que la equivalente al 96% de la población nacional.

### Áreas verdes por habitantes por regiones (m<sup>2</sup>/habitantes)

> TABLA 10.5

REGIONES	POBLACIÓN POR REGIÓN <sup>(1)</sup>	POBLACIÓN COMUNAS DE LA REGIÓN <sup>(2)</sup>	PORCENTAJE DE LAS COMUNAS POR REGIÓN <sup>(2)/(1)</sup>	ESPACIOS PÚBLICOS POR HABITANTE (M <sup>2</sup> /HAB)
Arica y Parinacota	167.793	164.983	98%	2,2
Tarapacá	326.966	316.218	97%	1,0
Antofagasta	574.413	568.071	99%	2,0
Atacama	281.153	270.646	96%	3,6
Coquimbo	758.108	717.407	95%	5,1
Valparaíso	1.824.098	1.790.128	98%	3,2
Metropolitana	7.134.812	7.087.418	99%	4,0
O'Higgins	914.682	819.815	90%	4,5
Maule	1.032.683	871.176	84%	4,6
Biobío	2.067.335	1.931.838	93%	4,3
La Araucanía	983.653	885.873	90%	4,7
Los Ríos	369.488	357.571	97%	7,9
Los Lagos	863.439	756.114	88%	5,8
Aysén	103.207	89.044	86%	5,8
Magallanes y de la Antártica	150.675	144.566	96%	8,6
<b>TOTAL</b>	<b>17.552.505</b>	<b>16.770.868</b>	<b>96%</b>	<b>4,2</b>

Fuente: Elaboración Propia sobre la base Sinim y encuesta Casen 2015.

Para este estudio se utilizan los datos del CIT de la Universidad Adolfo Ibáñez, obtenidos en 2016, y comprende superficies de menor tamaño. Se debe mencionar que para la construcción de la base de datos del CIT se usó como insumo la información proporcionada por las municipalidades (Sinim), la que presentaba ciertas imprecisiones, por lo cual se complementó y corrigió con las imágenes satelitales.

Tampoco fueron considerados los espacios que no son públicos, por lo que se excluyeron los clubes de golf y los patios de colegios. Asimismo, no se consideraron las playas como área verde ni tampoco los cerrros no habilitados. Se debe mencionar que las plazas incorporadas no corresponden necesariamente a cobertura vegetal. De hecho, ciertas plazas del norte tienden a tener menor cobertura vegetal que las del sur de Chile. Así, el indicador contiene aspectos funcionales, no necesariamente asociados a vegetación (IEP) ni a la superficie (m<sup>2</sup>) disponible por habitante.

Para determinar a la población por manzana se basan en la información del Precenso

2012 y el número de personas promedio por comuna que se calcula a partir de la encuesta Casen. Adicionalmente, corrige la información poblacional de la manzana a partir del coeficiente de ocupación residencial<sup>52</sup>.

A la base del CIT fueron incorporados los parques desarrollados durante la gestión 2014-2018. De los 34 parques desarrollados, 14 se sitúan en las ciudades que considera este estudio<sup>53</sup>. La lista de parques se encuentra en el Anexo N° 2. Se incluyeron estos parques que estaban en proceso de construcción.

A partir de esto, en la Tabla 10.6 se presenta de las ciudades estimadas la superficie total, la superficie en espacios públicos (EP), la superficie máxima y mínima, la población estimada y el número de manzanas. Se observa que Santiago tiene más superficie de espacios públicos, mientras que Iquique es la ciudad que tiene menos. También evidencia que el tamaño mínimo de las plazas de la base dato del CIT es menor a la contemplada por el proyecto "Ciudad con Todos" (consideraba un mínimo de 500 m<sup>2</sup>).

52. CIT (2016), página 9. Para abordar los problemas enunciados, se elaboró una metodología preliminar que consiste en los siguientes pasos:

- Aislar las manzanas con problemas y relevar la dimensión de hogares afectados. Por ejemplo, en Santiago existen 85.150 hogares imputados y 19.032 no logrados (más de 350.000 personas aproximadamente).
- Establecer la situación de dichas manzanas en el Censo de 2002 para verificar si existe una base previa sobre la cual basar una proyección que permita subsanar los problemas existentes para el 2012.
- Establecer una metodología complementaria a partir de fuentes secundarias, que permitan adicionar la población entre el 2002 y 2010. Por ejemplo, los permisos de edificación y encuestas como la Casen.
- Verificar la evolución del ciclo de vida familiar para determinar los cambios comunales o locales que suponen no sólo adición de población sino que cambios en la composición etaria dentro de una comuna, zona o manzana.
- Buscar algún método secundario para asignar la situación socioeconómica de la población imputada o no lograda.

53. De los parques que se ubican en las ciudades estudiadas, no se incorpora el Parque Cultural de la comuna Quinta Normal, ya que este proyecto tuvo como objetivo mejorar la oferta cultural, a través de una biblioteca, teatro y centro cultural.

**Estadística descriptiva de las ciudades, superficies, población y manzanas**

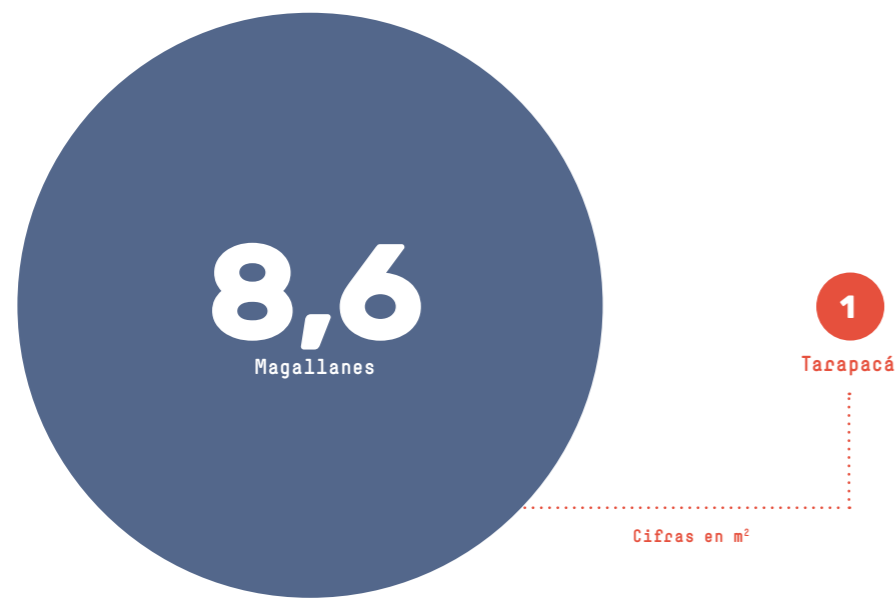
> TABLA 10.6

Fuente: Elaboración propia sobre la base CIT.

CIUDAD	SUPERFICIE TOTAL (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE TOTAL DE EP (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE DE PLAZA MÁXIMA (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE DE PLAZA MÍNIMA (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PROMEDIO ESPACIO PÚBLICO	POBLACIÓN ESTIMADA	TOTAL MANZANAS	TOTAL MANZANAS SIN POBLACIÓN
Iquique	39.501.844	414.284	55.177	17	1,6	260.347	3.008	908
Antofagasta	50.564.417	508.649	10.707	25	1,6	10.707	4.002	1.078
Coquimbo-La Serena	92.402.887	2.083.162	461.332	15	6,2	334.929	5.637	1.277
Valparaíso	263.609.910	3.647.304	1.369.066	20	4,6	807.237	12.376	2.145
Santiago	736.910.147	22.716.724	586.906	20	3,9	5.802.522	54.867	13.145
Concepción	228.964.341	3.262.244	251.639	18	3,8	866.285	11.888	2.926
Temuco	49.977.026	4.990.240	3.641.555	11	18,8	265.325	4.139	1.047
Puerto Montt	58.583.198	1.793.863	110.730	20	8,3	216.728	3.326	888
Punta Arenas	35.773.199	758.131	227.963	24	6,6	115.404	2.254	528

452

**Regiones con mayor y menor cantidad de espacios públicos**



## Estimaciones de costeo

Acerca de los costos de mantención de parques y plazas, la Fundación Mi Parque<sup>54</sup> estima en su estudio “Costo de mantención del m<sup>2</sup> de áreas verdes en las comunas del Gran Santiago”, que el costo máximo de mantener un metro cuadrado estaría en Providencia y que sería \$2.963 mensuales, es decir, \$35.556 anuales. A modo de ejemplo, en Estados Unidos, el gasto anual en parques urbanos

por habitante asciende a us\$15 (cifras 2014), mientras que el programa Parques Urbanos en Chile de 2016 cuenta con un presupuesto de us\$1,5 por habitante (casi mil pesos).

El ICD 2016-2025 estima que la construcción de una plaza<sup>55</sup> sería de us\$72.500 con una superficie de 1.000 m<sup>2</sup> con luminaria, mobiliarios (juegos), basureros, bancos y jardines, y de una multicancha, us\$87.000<sup>56</sup>.

## Déficit y cuantificación de la brecha

454

En la Tabla 10.7, se presentan los principales resultados en cuanto al déficit de áreas con los distintos estándares propuestos<sup>57</sup>. Se observa que, por lo general, son las ciudades del norte las que presentan una menor superficie de espacio público por habitante, y las ciudades del sur, una mayor superficie de área verde. Si se considera un umbral de un 1 m<sup>2</sup> por persona, se estima en 111.505 m<sup>2</sup> de déficit de área de verde, es decir, que el 4% de las manzanas de estas ciudades presenta un déficit. Al considerar el umbral del promedio regional se calcula un déficit de 7.399.211 m<sup>2</sup> de espacio público que estaría presente como déficit en 43% de las ciudades.

Sobre la base del déficit del promedio nacional, fijado en 4,2 m<sup>2</sup>/hab, hay 8.827.454 m<sup>2</sup> de déficit en espacio público, por lo que 46% de las manzanas de estas ciudades presentarían déficit.

Luego, cuando se utiliza el estándar de largo plazo de 6 m<sup>2</sup> por persona, se observa que habrían 21.349.331 m<sup>2</sup> de déficit de espacio público y que 62% de las manzanas de estas ciudades presentarían déficit.

Por último, cuando se utiliza el umbral más restrictivo, 10 m<sup>2</sup> por persona, habría un

déficit de área verde de 53.049.610 m<sup>2</sup> y un 71% de la ciudad presentaría déficit. **VER TABLA 10.7**

Para el caso de Iquique, se observa que esta ciudad tiene, en promedio, 1,6 m<sup>2</sup> por persona, siendo el nuevo Parque Sur Oriente Santa Rosa (55.176 m<sup>2</sup>) el más grande y que más provisión aportaría. Cuando se utiliza un estándar de 1 m<sup>2</sup>/persona, 287 de las 3.008 manzanas presentan déficit en áreas verdes (1.019 m<sup>2</sup>). En el caso del umbral nacional, se observa que el 68% de las manzanas presenta déficit y hay 78.531 m<sup>2</sup> de déficit. Y cuando se utilizan los umbrales de largo plazo, de 10 m<sup>2</sup>/persona, el 69% de las manzanas presenta déficit.

Antofagasta tiene en promedio 1,6 m<sup>2</sup> y el parque más grande sería el nuevo Parque Comunitario René Schneider (con 14.327 m<sup>2</sup>). Se observa que con el umbral de más corto plazo (1m<sup>2</sup>/habitantes), 27% de las manzanas tendría déficit (20.982 m<sup>2</sup>), mientras que, con el estándar del promedio nacional, 72% de las manzanas tendría menor superficie de áreas verdes (891.062 m<sup>2</sup>), y el 73% de las manzanas presentarían déficit con un estándar de 10% (2.781.510 m<sup>2</sup>).

Para las ciudades de Coquimbo y La Serena, en promedio tienen 6,2 m<sup>2</sup>/habitante,

Déficit de espacio público de las ciudades dado los distintos estándares > TABLA 10.7

Fuente: Elaboración propia.

CIUDAD	CORTO PLAZO (1 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		MEDIANO PLAZO (PROMEDIO REGIONAL/ HABITANTE)		MEDIANO PLAZO (4,2 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		LARGO PLAZO (6 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		LARGO PLAZO (10 M <sup>2</sup> /HABITANTE)	
	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	Nº MANZANAS CON DÉFICIT	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	Nº MANZANAS CON DÉFICIT	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	Nº MANZANAS CON DÉFICIT	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	Nº MANZANAS CON DÉFICIT	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	Nº MANZANAS CON DÉFICIT
Iquique	1.019	287 (10%)	1.019	287 (10%)	78.531	2.044 (68%)	1.164.700	2.049 (68%)	2.191.020	2.083 (69%)
Antofagasta	20.982	1.072 (27%)	222.727	2.345 (59%)	891.062	2.883 (72%)	1.475.512	2.894 (72%)	2.781.510	2.903 (73%)
Coquimbo- La Serena	114	11 (0%)	242.377	1.846 (33%)	118.561	909 (16%)	351.974	2.717 (48%)	1.486.501	4.071 (72%)
Valparaíso	2.467	175 (1%)	208.105	3.065 (25%)	533.545	5.598 (45%)	1.561.710	8.474 (68%)	4.519.813	9.599 (78%)
Santiago	18.034	609 (1%)	4.969.823	26.464 (48%)	5.704.614	27.819 (51%)	13.866.569	36.792 (67%)	35.963.974	41.030 (75%)
Concepción	65.538	1.406 (12%)	1.460.057	6.860 (58%)	1.393.787	6.754 (57%)	2.683.614	7.824 (66%)	5.861.540	8.394 (71%)
Temuco	0	0 (0%)	0	0 (0%)	0	0 (0%)	0	0 (0%)	0	0 (0%)
Puerto Montt	3.352	57 (1%)	225.123	1.046 (25%)	100.376	586 (14%)	245.252	1.095 (26%)	245.252	1.845 (45%)
Punta Arenas	0	0 (0%)	69.980	1.303 (58%)	6.977	469 (21%)	132.639	1.095 (49%)	481.480	1.845 (82%)
<b>TOTAL</b>	<b>111.505</b>	<b>3.617 (4%)</b>	<b>7.399.211</b>	<b>43.216 (43%)</b>	<b>8.827.454</b>	<b>47.062 (46%)</b>	<b>21.481.970</b>	<b>62.940 (62%)</b>	<b>53.531.090</b>	<b>71.770 (71%)</b>

455

54. Fundación Mi Parque. <http://www.miparque.cl/wp-content/uploads/2017/03/informe-estudio.pdf>

55. CChC [2016], página 324.

56. Extensión [576 m<sup>2</sup>], base estabilizada, carpetas de hormigón, alisado de superficie, juntas de dilatación, solerillas de borde, demarcación de canchas, esparcimiento deportivo, cierres perimetrales, iluminación. CChC [2016], página 324.

57. Se debe tener en cuenta que el porcentaje de manzanas no habitadas en ciudades estudiadas es alto y en ellas no se consideran con déficit: Iquique-Alto Hospicio 30,2%, Antofagasta 26,9%, Coquimbo-La Serena 22,7%, Valparaíso 17,3%, Santiago 24,0%, Concepción 24,6%, Temuco 25,3%, Puerto Montt 26,7% y Punta Arenas 23,4%.

y el parque de mayor tamaño es Parque Gabriel Coll con una superficie de 461.332 m<sup>2</sup>. Para ambos casos, solo 11 de las 5.637 manzanas tienen déficit con el umbral del 1 m<sup>2</sup>/habitante. En cuanto al estándar del promedio nacional, se observa que 16% de las manzanas presentan déficit (una superficie de 118.561 m<sup>2</sup>). Luego, con el estándar más restrictivo de 10 m<sup>2</sup> por persona, 72% de las manzanas presentaría déficit (1.486.501 m<sup>2</sup>).

En el caso de Valparaíso, esta cuenta con 4,6 m<sup>2</sup> por persona, siendo el parque urbano de mayor tamaño el Jardín Botánico (con una superficie de 1.369.066 de m<sup>2</sup>). Se observa que tan solo 1% de las manzanas presentarían déficit con el umbral de corto plazo. No obstante, cuando se utiliza el estándar del promedio nacional, 45% de las manzanas presentarían déficit (una superficie de 533.454 m<sup>2</sup>). Al final, cuando se utiliza el umbral más restrictivo, de 10 m<sup>2</sup> por persona, se obtiene que el 78% de las manzanas presentan déficit (4.519.813 m<sup>2</sup>).

Santiago tiene en promedio 3,9 m<sup>2</sup> por habitante, siendo el parque urbano de mayor tamaño el Cerro San Cristóbal con una superficie de 4.967.270 m<sup>2</sup>. Al aplicar el umbral de corto plazo (1 m<sup>2</sup>/hab.), 1% de las manzanas presentan déficit. Luego, cuando se utiliza el estándar nacional, 51% de las manzanas (6.754 de 11.888 manzanas) presentan déficit (una superficie de 5.704.614 m<sup>2</sup>). Al medir con el estándar más restrictivo, 10 m<sup>2</sup>/hab, se obtiene que 75% de las manzanas de Santiago presentan déficit (una superficie de 35.963.974 m<sup>2</sup>).

La ciudad de Concepción tiene, en promedio, 3,8 m<sup>2</sup> por habitante y el parque urbano de mayor tamaño es el nuevo Parque Los Batros con una superficie de 251.639 m<sup>2</sup>. Cuando se utiliza el umbral del 1 m<sup>2</sup>/hab se observa que 12% de las manzanas presentan déficit (una superficie de 65.538). Al utilizar el estándar nacional, la cifra aumenta al 57% de

las manzanas con déficit (una superficie de 1.393.787 m<sup>2</sup>). Y, cuando se aplica la proporción más restrictiva de largo plazo, 71% de las manzanas tienen déficit (con una superficie de 5.861.540 m<sup>2</sup>).

Temuco, en promedio, tiene 18,8 m<sup>2</sup> por habitante, y se observa que no presenta déficit con ninguno de los estándares propuestos. La razón está en que el Cerro Ñielol aporta una superficie de 3.641.555 m<sup>2</sup> a una población de 300.595, es decir, este espacio por sí solo aporta 12,1 m<sup>2</sup> por persona.

Puerto Montt tiene, en promedio, 8,3 m<sup>2</sup> por persona, y el parque urbano de mayor tamaño es el nuevo Parque Río Negro con una superficie de 110.730 m<sup>2</sup>. El umbral menos restrictivo (1 m<sup>2</sup>/hab) marca 57 manzanas de 3.326 con déficit. El estándar de promedio nacional marca que el 14% de las manzanas presentaría déficit, es decir, una superficie de 100.376 m<sup>2</sup>. En tanto, con el estándar más restrictivo, 45% de la ciudad presentaría déficit (245.252 m<sup>2</sup> de déficit de áreas verdes).

Por último, la ciudad de Punta Arenas tiene 6,6 m<sup>2</sup> de áreas verde por persona, siendo el parque urbano de mayor tamaño el de María Behety con una superficie de 227.962 m<sup>2</sup>. Todas las manzanas tienen más de 1 m<sup>2</sup> de área verde por persona, aunque cuando se utiliza el promedio nacional, 21% de las manzanas presenta déficit (equivalente a una superficie de 6.977 m<sup>2</sup>). Finalmente, al utilizar el umbral más restrictivo, 10 m<sup>2</sup> por persona, 82% de las manzanas presentaría déficit (una superficie de 53.531.090 m<sup>2</sup>).

Tomando en cuenta que la construcción de una plaza de 1.000 m<sup>2</sup> requeriría de una inversión de us\$72.500, la Tabla 10.8 presenta el costo en dólares estadounidenses dados los distintos estándares propuestos.

VER TABLA 10.8

Se observa que para el caso del umbral de 1 m<sup>2</sup> por persona, este déficit costaría 8.084 y

535.018 miles de dólares cuando se utiliza el estándar regional. Para el caso del promedio nacional se estima un costo 639.990. Para los umbrales de largo plazo, se determina un costo de 1.547.827 miles de dólares para el caso de 6 m<sup>2</sup> por persona, y 3.846.097 miles de dólares, para el de 10 m<sup>2</sup> por persona.

Ante la inexistencia de estándares mínimos para espacios públicos en Chile, el siguiente estudio utiliza el umbral de promedio

nacional para estimar el requerimiento de la infraestructura verde para el periodo 2018-2027, es decir, us\$640 millones. Lo que corresponde a una inversión anual de us\$64 millones. Solo como modo de ejemplo, para el caso de Valparaíso utilizar como estándar el promedio nacional, implica un déficit de 533.545 m<sup>2</sup>, mientras que utilizar el estándar de 10 m<sup>2</sup> por habitantes corresponde a 4.519.813 m<sup>2</sup>. VER FIGURA 1

#### Costo del déficit de espacios públicos de las ciudades de acuerdo a los distintos estándares

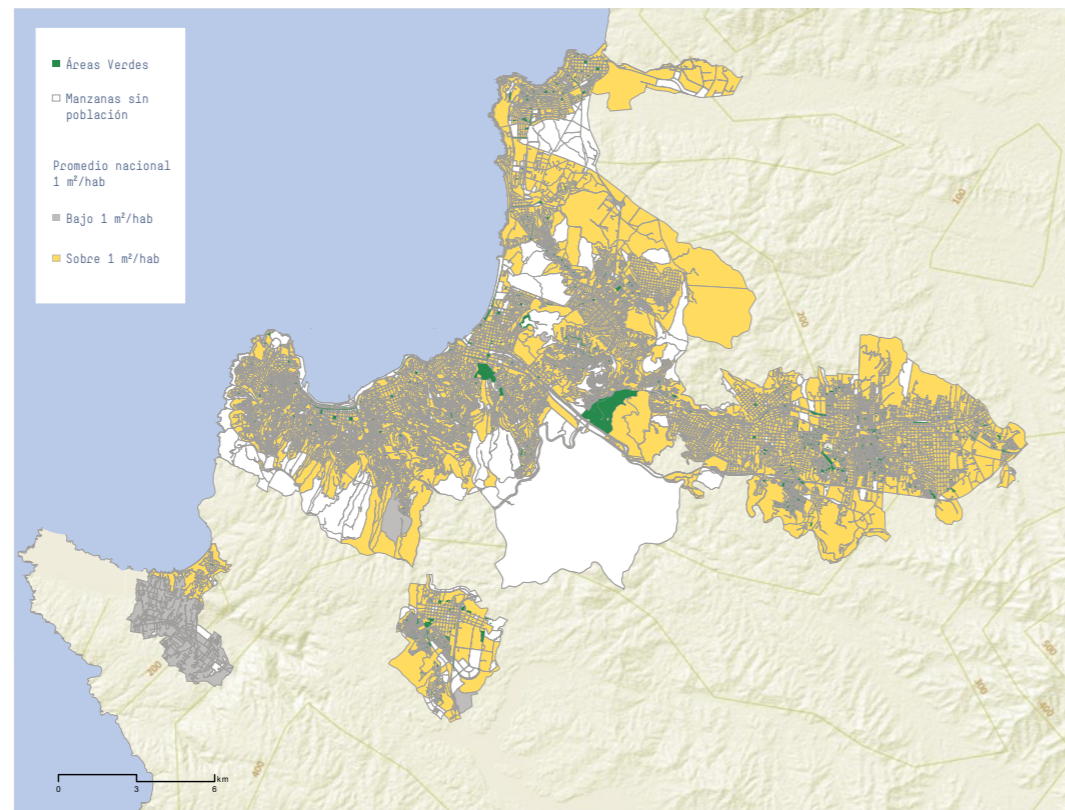
> TABLA 10.8 / Fuente: Elaboración propia.

CIUDAD	CORTO PLAZO (1 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		MEDIANO PLAZO (PROMEDIO REGIONAL/ HABITANTE)		MEDIANO PLAZO (4,2 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		LARGO PLAZO (6 M <sup>2</sup> /HABITANTE)		LARGO PLAZO (10 M <sup>2</sup> /HABITANTE)	
	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	MILES US\$	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	MILES US\$	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	MILES US\$	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	MILES US\$	DÉFICIT EP (M <sup>2</sup> )	MILES US\$
Iquique	1.019	\$74	1.019	\$74	78.531	\$5.694	1.164.700	\$84.441	2.191.020	\$158.849
Antofagasta	20.982	\$1.521	222.727	\$16.148	891.062	\$64.602	1.475.512	\$106.975	2.781.510	\$201.659
Coquimbo- La Serena	114	\$8	222.727	\$16.148	118.561	\$8.596	351.974	\$25.518	1.486.501	\$107.771
Valparaíso	2.467	\$179	208.105	\$15.088	533.545	\$38.682	1.561.710	\$113.224	4.519.813	\$327.686
Santiago	18.034	\$1.307	4.969.823	\$360.312	5.704.614	\$413.585	13.866.569	\$1.005.326	35.963.974	\$2.607.388
Concepción	65.538	\$4.751	1.460.057	\$105.854	1.393.787	\$101.050	2.683.614	\$194.562	5.861.540	\$424.962
Temuco	0	\$0	0	\$0	0	\$0	0	\$0	0	\$0
Puerto Montt	3.352	\$243	225.123	\$16.321	100.376	\$7.277	245.252	\$17.781	245.252	\$17.781
Punta Arenas	0	\$0	69.980	\$5.074	6.977	\$506		\$0		\$0
<b>TOTAL</b>	<b>111.505</b>	<b>\$8.084</b>	<b>7.379.561</b>	<b>\$535.018</b>	<b>8.827.454</b>	<b>\$639.990</b>	<b>21.349.331</b>	<b>\$1.547.827</b>	<b>53.049.610</b>	<b>\$3.846.097</b>

**Estándares comparados para Valparaíso<sup>58</sup>**

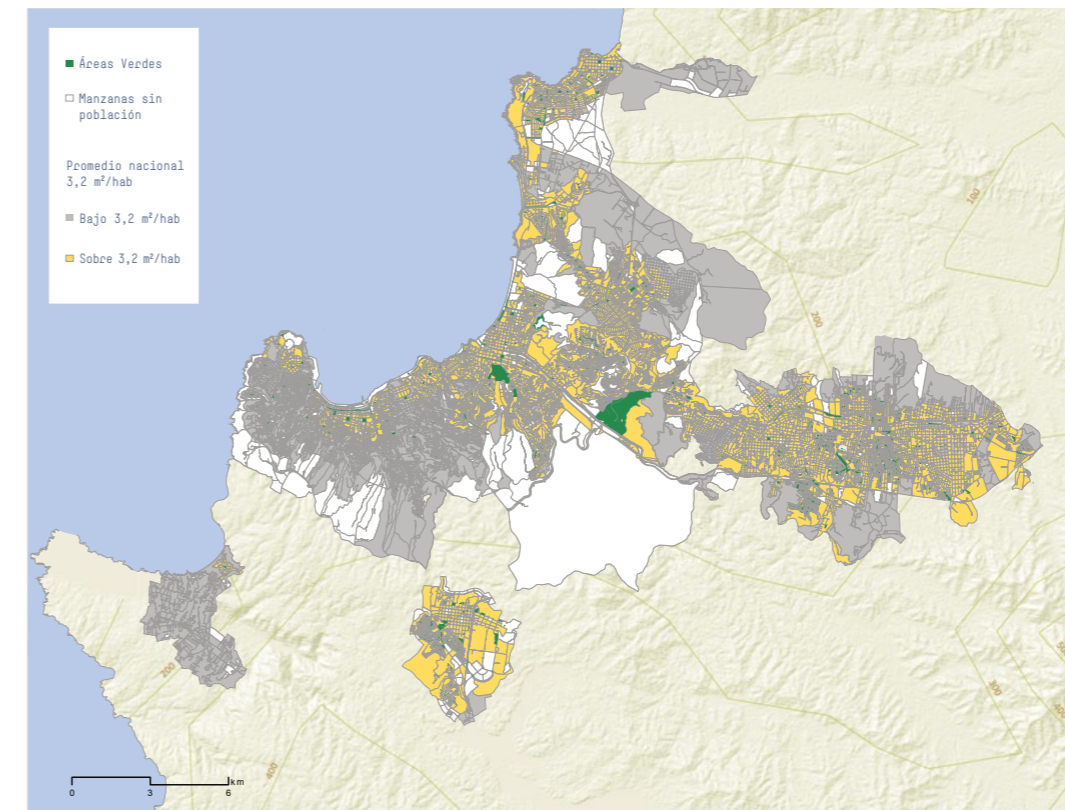
> FIGURA 10.1

Estándar 1 m<sup>2</sup>/hab



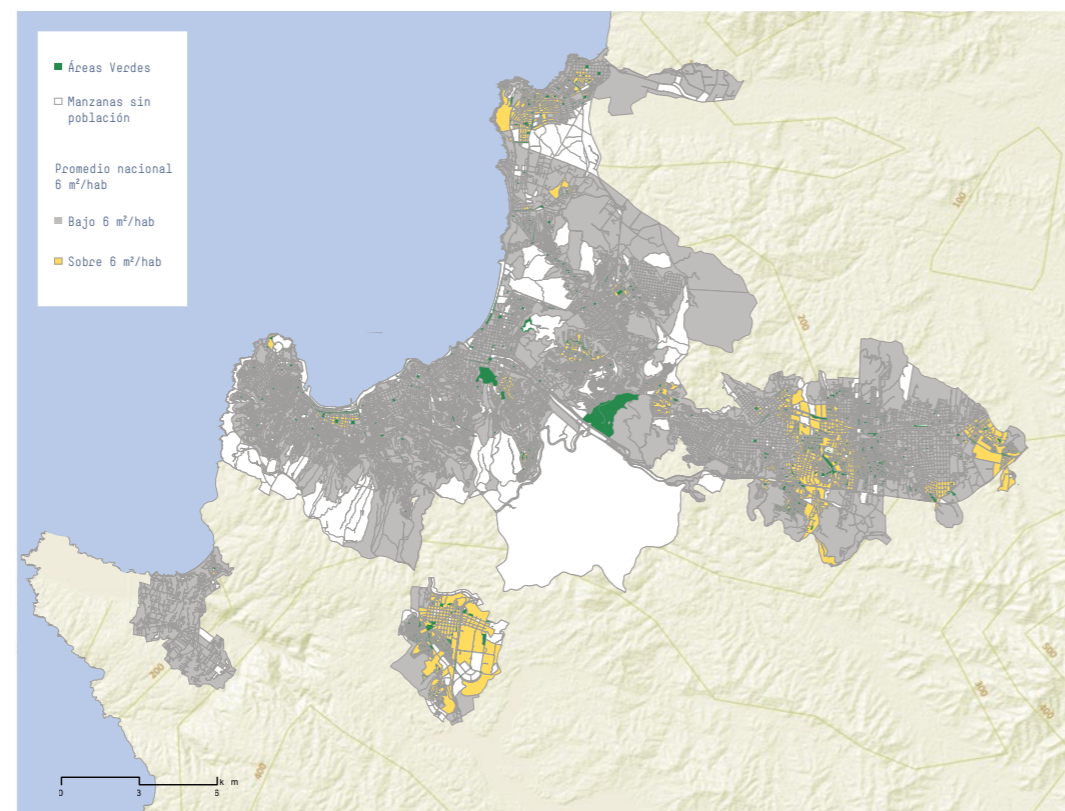
> FIGURA 10.3

Media Regional  
3,2 m<sup>2</sup>/hab



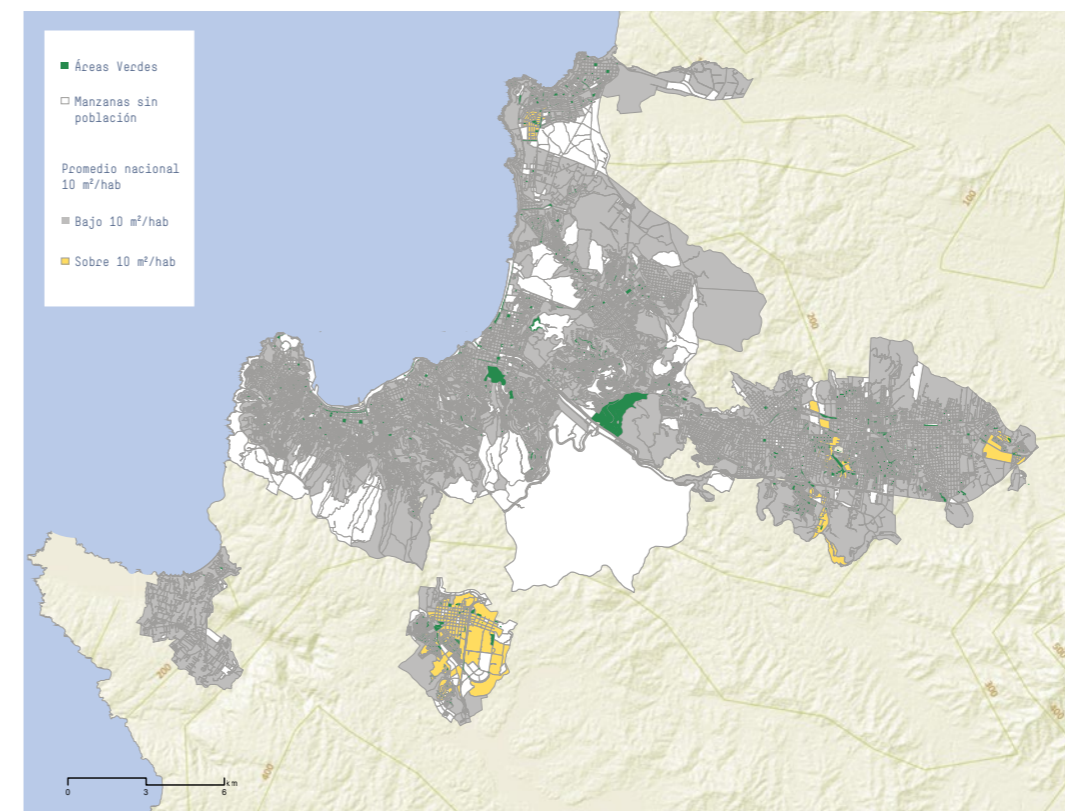
> FIGURA 10.2

Estándar 6 m<sup>2</sup>/hab



> FIGURA 10.4

Estándar 10 m<sup>2</sup>/hab



58. Para el resto de las ciudades, ver Anexo.

Fuente [10.1-10.4]: Elaboración propia.

Es importante que la inversión se realice en las zonas más deficitarias. Los 14 parques desarrollados entre 2014-2017 aportaron una superficie total de 1.255.273 m<sup>2</sup> de áreas verdes, donde casi de la mitad de la superficie de áreas verdes se realizó en Santiago (483.484 m<sup>2</sup> de 1.255.273 m<sup>2</sup>).

Si bien, se observa en la Tabla 10.8 que en todas las ciudades estudiadas el índice de áreas verdes por habitante, y que en promedio crece de 5,9 a 6,1 m<sup>2</sup> por habitante, si se focaliza esta inversión en las zonas con mayor déficit se reduciría aún más esta brecha.

#### Aumento de áreas verdes con parques realizados en 2014-2017

> TABLA 10.8

Fuente: Elaboración propia.

	SUPERFICIE TOTAL (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE TOTAL DE EP ANTERIOR	SUPERFICIE TOTAL DE EP ACTUAL	DIFERENCIA EP ANTIGUA Y ACTUAL	POBLACIÓN ESTIMADA	EP/HAB ANTIGUA	EP/HAB ACTUAL
Iquique	39.501.844	359.108	414.284	55.176	260.347	1,4	1,6
Antofagasta	50.564.417	494.322	508.649	14.327	328.781	1,5	1,6
Coquimbo-La Serena	92.402.887	2.065.289	2.083.162	17.874	334.929	6,2	6,2
Valparaíso	736.910.147	22.233.239	22.716.724	483.484	5.802.522	3,8	3,9
Santiago	263.609.910	3.613.633	3.675.023	61.391	807.237	4,5	4,6
Concepción	228.964.341	3.010.604	3.262.244	251.639	866.285	3,5	3,8
Temuco	49.977.026	4.736.778	4.990.240	253.463	265.325	17,9	18,8
Puerto Montt	58.583.198	1.683.133	1.793.863	110.730	216.728	7,8	8,3
Punta Arenas	35.773.199	750.942	758.131	7.189	115.404	6,5	6,6
<b>TOTAL</b>	<b>1.556.286.969</b>	<b>38.947.047</b>	<b>40.202.320</b>	<b>1.255.273</b>	<b>8.997.555</b>	<b>5,9</b>	<b>6,1</b>





## Recomendaciones de acción

462

El presente estudio logra avances significativos respecto a la versión anterior del informe “Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2016-2015”. Estos avances se deben, en parte, a la implementación del análisis georreferenciado en SIG, usando la metodología de accesibilidad de E2SFCA, y las bases de datos del estudio de 22 ciudades de Chile, realizado por el Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibáñez y la Gerencia de Estudios de la CChC, que permiten evaluar de forma más precisa el déficit de áreas verdes a nivel de manzana.

Esta mirada además se hace cargo de la realidad geográfica de las ciudades y los requerimientos de cada manzana de la ciudad. Con ello, permite sugerir que la inversión se realice focalizada en aquellas zonas o barrios más deficitarios, así como evaluar la pertinencia de invertir en parques que eventualmente no tengan suficiente demanda.

Otros avances de este estudio radican en una revisión exhaustiva de la literatura referida a estándares admisibles o recomendables de áreas verdes para zonas urbanas, desmitificando la figura de los 9 m<sup>2</sup> per cápita atribuida a la OMS, y definiendo un estándar promedio nacional más acorde con nuestra realidad urbana, social y geográfica.

A través de la metodología aplicada en SIG y a partir del estándar del promedio nacional (4,2 m<sup>2</sup>/persona), es posible estimar un déficit de 8.827.484 m<sup>2</sup> de áreas verdes, lo que corresponde a US\$639,9 millones. Suplir

este déficit en áreas verdes implicaría una inversión de US\$64 millones anuales para el período 2018-2027.

A partir del análisis legal se observa que existe un desafío normativo en cuanto a explicitar la dotación, cobertura de bienes, capacidad y servicios públicos. Adicionalmente, se debe generar cierto consenso de cuáles serían los estándares mínimos de áreas verdes para Chile.

Hay aspectos todavía poco estudiados y que debieran ser incluidos en estudios futuros, tales como la fragmentación, la distribución espacial, dispersión y calidad de las áreas verdes. Además de la mantención, también sería interesante considerar en el análisis el estado de conservación de las áreas verdes, calidad y otros atributos con los que cuentan las plazas, e incorporar otros atributos, tales como la cobertura vegetal para precisar su aporte ambiental.

En cuanto a la metodología, se puede avanzar en robustecer aún más los resultados comparando el déficit de áreas verdes a partir de las tres metodologías de accesibilidad propuestas: 2SFCA, E2SFCA Y 3SFCA. También es importante establecer una definición de parque metropolitano, de la distancia que se considera para los parques locales y de los coeficientes que se utilizan para la función de decaimiento. Para cada uno de esos elementos, es necesario realizar análisis de sensibilidad, de forma tal de justificar estos valores y criterios.

También es cuestionable que estas metodologías no incorporen las playas, ya que éstas tienen un uso público y cumplen un rol tanto social como económico. En cuanto a su rol ambiental, también debiera evaluarse otro tipo de beneficios ecológicos que las playas puedan generar. Por otro lado, también depende del tipo de playa, si esta tiene su acceso o no, similar a lo que ocurre con los cerros. Tal como lo muestra Picon et. al (2017), los cerros sin urbanizar al interior de las ciudades podrían subsanar el déficit de áreas verdes de la capital.

Si bien se reconoce la importancia de las áreas verdes y los espacios públicos como infraestructura resiliente (reducción de riesgos y espacios de recuperación post-desastre), se requiere contar con información actualizada de las zonas de riesgo (sísmico, geológico, hídrico, entre otros) asociados a las áreas urbanas estudiadas. Por otro lado, los pro-

yectos de espacios públicos y áreas verdes resilientes, actualmente en implementación, todavía no están terminados u operativos a la fecha de este estudio, por lo que su evaluación no es posible en función de su resiliencia.

Es importante que la inversión de infraestructura se realice donde existe déficit de áreas verdes. De los US\$545 millones (\$326.978 millones de pesos) que según el Informe de Finanzas Públicas son destinados a actividades recreativas, cultura y religión, se espera que sean invertidos de forma tal de generar un impacto en la reducción del déficit de áreas verdes. Esto tiene como fin maximizar el beneficio de los proyectos y los recursos invertidos, mejorando así la provisión de las áreas verdes. Además, se debe mejorar el levantamiento de información, de forma tal que permita direccionar la inversión de infraestructura de áreas verdes a las zonas más deficitarias.

463



**Existe un desafío de generar cierto consenso sobre los estándares mínimos de áreas verdes para Chile. Hay aspectos todavía poco estudiados y que debieran ser incluidos en estudios futuros, como la fragmentación, la distribución espacial, dispersión y calidad de las áreas verdes.**

## Resumen

**18,8**

m<sup>2</sup> de espacios públicos por habitante tiene Temuco, la mayor cantidad de los **9** centros urbanos estudiados y que duplica la cifra recomendada por la OMS.

**1,6**

m<sup>2</sup> de espacios públicos por habitante es lo que tienen Iquique y Antofagasta, las ciudades con la menor cantidad entre las ciudades analizadas.

**3,9**

m<sup>2</sup> de espacios públicos por habitante presenta Santiago, impulsado por el Cerro San Cristóbal, también conocido como "el pulmón verde de la capital".



**4,2**

m<sup>2</sup>/habitante: promedio de espacios públicos en Chile.

10 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante es lo que recomienda la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

**64**

US\$ millones de inversión anual permitirán revertir 8.827.484 m<sup>2</sup> de déficit en espacios públicos durante 2018 y 2027.





# Resumen Ejecutivo

El presente capítulo corresponde a la identificación de necesidades en materia de infraestructura hospitalaria. Lo anterior, mediante una actualización de los antecedentes básicos del estudio realizado en 2015, en el cual se identificó un déficit y brechas futuras para el período 2016-2025. En lo fundamental, se evalúan los avances realizados por el sector durante 2016 y 2017 respecto a lo anterior, y se identifican las inversiones necesarias para el futuro decenio (2018-2027).

Los elementos considerados en la reseña indican una población que envejece y que al 2027, casi un 34% de esta será mayor de 50 años. Lo anterior impone desafíos de adecuación a la oferta sanitaria para absorber las demandas de prestaciones de ese grupo etario.

El perfil epidemiológico muestra que las primeras causas de muerte de la población siguen siendo las mismas que ha mostrado el país en las últimas dos décadas, pero con un acercamiento de las patologías oncológicas, situación que para el inicio de la próxima década invertirá los órdenes, pasando a ser esta última la primera causa de muerte. Lo anterior presionará las necesidades en materia de inversiones, debido a la necesidad de adecuar la oferta a prestaciones de alta complejidad y apoyo tecnológico. En lo que respecta a morbilidad, las 10 primeras causas de enfermedades siguen sin cambios dentro del perfil epidemiológico nacional.

El plan de inversiones del Ministerio de Salud (Minsal) ha seguido en desarrollo, a velocidades menores que las planificadas a pesar que los ritmos y volúmenes de gasto deben ser los más importantes para la historia de esta institución. La inercia de la cartera es enorme, lo que da poco espacio

presupuestario para iniciativas adicionales en el mediano y largo plazo.

La modalidad de resolver las brechas de infraestructura vía concesiones solo ha sido reservada para los proyectos que estaban en proceso de ejecución y diseño para el 2015, y por el momento no se ha considerado como un mecanismo adicional para incrementar la ejecución.

En relación al avance físico hacia fines de 2017, se evidencia que de la cartera de 74 proyectos considerados en el informe 2015, solo 21 se encuentran terminados, lo cual implica un avance porcentual de 28%. Hay otros 19 proyectos en ejecución (26%) y 34 proyectos (46%) restantes están en distintas etapas previas al inicio de la ejecución. Al comparar los proyectos de inversión para los años 2015 y 2017, se aprecia un incremento en los costos del programa desde MMUS\$4.161 a MMUS\$8.803, que se explica menormente por corrección monetaria, mayormente por incremento en los tamaños de los proyectos (1.990.473 m<sup>2</sup> a 3.058.113 m<sup>2</sup>), y adicionalmente por los incrementos de los precios de los proyectos no asociados a mayor superficie.

En lo que se refiere al plan de intervención de 60 establecimientos declarados por la autoridad a inicios del año 2015, se puede señalar que del primer grupo de 20 proyectos que deberían estar terminados al 2018, solo hay 11 concluidos hacia fines de 2017. Hay otros 6 en ejecución y 3 en etapas previas (Licitación, Diseños y EPH). Con respecto al segundo grupo de 20 proyectos que estarían en ejecución al 2018, a la fecha hay 3 terminados, 8 en ejecución y 9 en las etapas previas. Finalmente, con respecto al último grupo de 20 proyectos, hay 3 en ejecución (Hospitales de Cochrane, Cura-

cautín y Las Higueras) y los 17 restantes en etapas previas.

Adicionalmente a estos 60 proyectos, en el informe de 2015 se incluyó un conjunto de 14 proyectos denominados extra plan, donde hacia fines de 2017 hay 7 proyectos terminados, 2 en ejecución y 5 en etapas previas.

En resumen, hay 21 proyectos finalizados y 19 en ejecución sobre una cartera de 74 proyectos. Adicionales a esta cartera, hay otros dos proyectos en ejecución a la fecha del presente estudio, el Hospital Philippe Pi-

nel de Putaendo y la Torre Valech en el Hospital de Urgencia Asistencia Pública, que están fuera de los declarados como tarea Minsal.

Como elemento de contexto de la tarea se debe mencionar que el Minsal debe tener alrededor de 2.500.000 m<sup>2</sup> edificados (25.000 camas a 100 m<sup>2</sup>/cama). El programa en ejecución implica un total de 3.058.113 m<sup>2</sup> sobre un universo de 74 establecimientos (casi el 40% de los establecimientos de la red pública han sido y serán intervenidos mediante este plan).

Fuente:  
Elaboración propia.

Avance 2016-17 y Requerimientos de inversión 2018-2027 > TABLA 11.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	BRECHA	AVANCE BRECHA	TAREA	TAREA
	2016-2025		2018-2022	2023-2027
Cartera Sectorial Vigente	3.385	772	4.760	2.138
Reposición hospitales fuera de cartera	0	79	29	0
Infraestructura adicional necesaria	1.267	0	0	3.521
<b>TOTAL</b>	<b>4.650</b>	<b>851</b>	<b>4.789</b>	<b>5.659</b>

Se hace presente que la cartera 2016-2025 ha sido ajustada al considerar los tamaños de proyectos finales de acuerdo a los diseños licitados y terminados. Además, se ha considerado los costos actualizados del Banco Integrado de Proyectos (BIP). En este sentido, la cartera total en las distintas etapas de ejecución y preparación hacia fines de 2017 era de MMUS\$12.432. Sobre este total, los avances ascendían a MMUS\$2.275.

**74** proyectos estaban considerados en el informe de 2015.

**21** de ellos estaban listos a fines de 2017.

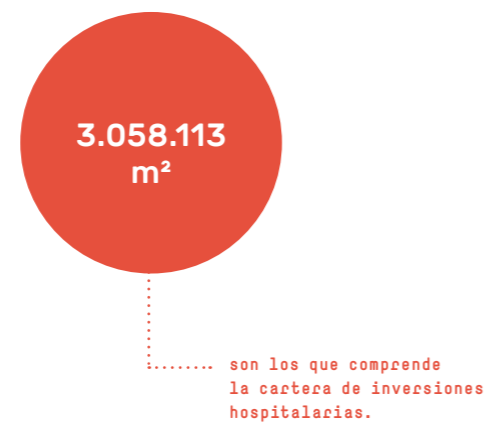
# Reseña del sector

## Marco normativo

Mediante la ley 19.937, promulgada en febrero de 2004, se modificó el DL N°2.763/79, cuerpo legal que creó el Sistema Nacional de Servicios de Salud, definiendo un nuevo marco normativo para el Ministerio de Salud. Este cuerpo legal definió, entre otros aspectos, que al Ministerio de Salud le corresponde formular, fijar y controlar las políticas de salud. En consecuencia, le asignó funciones de ejercer la rectoría del sector salud, la cual comprende, entre otras materias, la formulación, control y evaluación de planes y programas generales en materia de salud, la definición de objetivos sanitarios nacionales, la coordinación sectorial e intersectorial para el logro de los objetivos sanitarios, la dirección y orientación de todas las actividades del Estado relativas a la provisión de acciones de salud, de acuerdo con las políticas fijadas, dictar normas generales sobre materias técnicas, administrativas y financieras a las que deberán ceñirse los organismos y entidades del sistema, para ejecutar actividades de prevención, promoción, fomento, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación de las personas enfermas. También, le asignó las responsabilidades de "fijar las políticas y normas de inversión en infraestructura y equipamiento de los establecimientos públicos que integran las redes asistenciales, establecer los estándares mínimos que deberán cumplir los prestadores institucionales de salud, tales como hospitales, clínicas, consultorios y centros médicos, con el objetivo de garantizar que las prestaciones alcancen la calidad requerida para la seguridad de los

usuarios. Dichos estándares se deberían fijar de acuerdo al tipo de establecimiento y a los niveles de complejidad de las prestaciones, y serán iguales para el sector público y el privado". Debería, además, definir estándares respecto de condiciones sanitarias, seguridad de instalaciones y equipos, aplicación de técnicas y tecnologías, cumplimiento de protocolos de atención, competencias de los recursos humanos, y en toda otra materia que incida en la seguridad de las prestaciones. Los mencionados estándares debían ser establecidos usando criterios validados, públicamente conocidos y con consulta a los organismos técnicos competentes.

Por tanto, corresponde al Ministerio de Salud en materia de inversiones fijar las políticas y normas de inversión para la ejecución de los proyectos vía los Servicios de Salud.



470

## Formas de provisión de infraestructura hospitalaria

La provisión de infraestructura hospitalaria es posible en virtud de la disponibilidad de recursos de inversión identificado en la ley de presupuesto de cada año. Para materializar proyectos de inversión existen tres opciones.

La primera son los recursos sectoriales, que asigna anualmente el Ministerio de Hacienda, vía la DIPRES, para la ejecución de proyectos de arrastre y otros nuevos. Estos recursos son solicitados en el inicio de la preparación del presupuesto (junio del año anterior a la ejecución de la ley de presupuesto) en función de los proyectos que tienen ejecu-

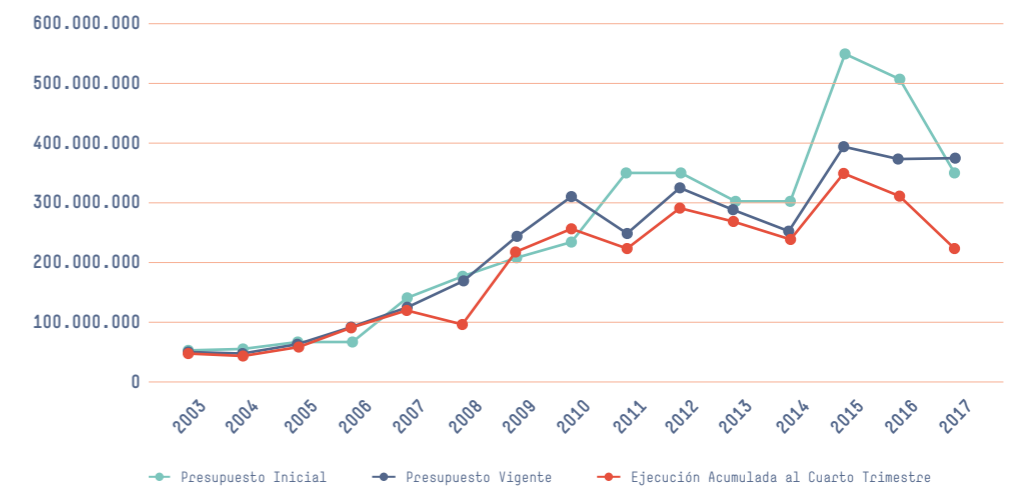
ción plurianual, los proyectos en proceso de licitación y los proyectos en etapas previas a la ejecución (Diseños, EPH). Estos recursos son asignados a la Subsecretaría de Redes Asistenciales del Ministerio de Salud. A través de un decreto de identificación presupuestaria, al inicio de cada año fiscal son asignados a los proyectos en cartera. Posteriormente, el Minsal efectúa las transferencias en función de un flujo de caja elaborado por cada Servicio de Salud.

La ejecución histórica con fondos sectoriales se puede observar en el siguiente gráfico:

471

### Evolución presupuesto sectorial inicial, vigente y ejecutado (M\$)

GRÁFICO 11.1



Fuente:  
Elaboración propia con información Dipres.

Como se observa en la tabla inferior, desde 2009 en adelante, los recursos ejecutados superan los MM\$200.000 llegando a un máximo entre los años 2015 y 2016.

La ejecución correspondiente hasta noviembre de 2017 muestra una caída de la tendencia producto de las dificultades que existieron para la adjudicación de grandes proyectos durante el año. De acuerdo al Minsal, las causas de la baja ejecución del presupuesto de 2017 fueron:

- Alto número de licitaciones por proyecto que no adjudicadas porque los oferentes no han podido acreditar requisitos de capacidad económica, omisiones de presentación de Declaraciones Juradas exigidas por los documentos de licitación, certificaciones de experiencia de empresas, consorcios y profesionales.
- Presentaciones de ofertas con precios superiores al presupuesto oficial (con alto incremento de gastos generales y utilidades), lo que requiere de re-evaluaciones en Ministerio de Desarrollo Social (Mideso) y nuevas licitaciones.
- Necesidades de revisión y corrección de diseños con deficiencias.

Por lo anterior, es poco probable que la ejecución presupuestaria 2017 supere a los años anteriores. De acuerdo a lo desempeños de ejecución de proyectos observados para el periodo 2010-2016, el Minsal ha ejecutado un gasto promedio de MM\$270.000, con

un máximo de MM\$351.535 para el año 2015 (MMUS\$537). En una mirada más acotada, en el periodo 2014-2016, la ejecución promedio anual ha sido de MM\$299.330.

Los proyectos de arrastre<sup>1</sup>(19) de la cartera para el año 2018 implican un monto de inversión de MMUS\$2.985 que se ejecutarán (escenario optimista) en el periodo 2018-2022.

Una segunda forma de materializar los proyectos de inversión es vía Fondo Nacional de Desarrollo Regional, más comúnmente conocido como FNDR. La decisión de invertir en estos proyectos debe emanar del intendente regional y debe contar con la priorización del Consejo Regional. En la cartera de proyectos de los 74 proyectos del Minsal, los hospitales de Huasco, Diego de Almagro, Chile Chico, La Unión, Río Bueno y Cunco tienen financiamiento vía esta fuente de inversión. Hay una modalidad mixta que opera con fondos del Minsal y del Gobierno Regional, que puede o no llevar la formalidad de un convenio de programación.

La tercera forma de proveer infraestructura de salud es mediante concesiones. En la cartera vigente hay establecimientos financiándose mediante esta modalidad. En el informe 2015, la cartera de proyectos para financiamiento vía esta modalidad indicaba 11 proyectos, de los cuales 2 estaban operativos, 2 en construcción y uno en la fase de diseño. Otros 6<sup>2</sup> fueron retirados de financiamiento vía este mecanismo.

Hacia fines de 2017, la situación de los proyectos concesionados era la siguiente:

1. Proyectos iniciados anteriormente al año 2018, con gastos efectivos o adjudicados durante el año 2017.
2. Sótero del Río, Linares, Curicó, Ñuble, Marga-Marga y Quillota-Petorca.

#### Cartera de Concesiones 2017

> TABLA 11.2

HOSPITAL	Nº CAMAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	STATUS
Maipú	375	70.756	Operativo
La Florida	391	67.504	Operativo
Antofagasta	671	123.000	Construcción
Salvador-Geriátrico	642	169.000	Construcción
Félix Bulnes	523	125.000	Construcción
<b>TOTAL</b>	<b>2.602</b>	<b>555.260</b>	

Fuente: MOP 2017.

**Desde 2009 en adelante, los recursos ejecutados superan los \$200.000 millones llegando a un máximo entre los años 2015 y 2016. La ejecución hasta noviembre de 2017 muestra una caída de la tendencia producto de las dificultades que existieron para la adjudicación de grandes proyectos durante el año.**

## Escenario futuro

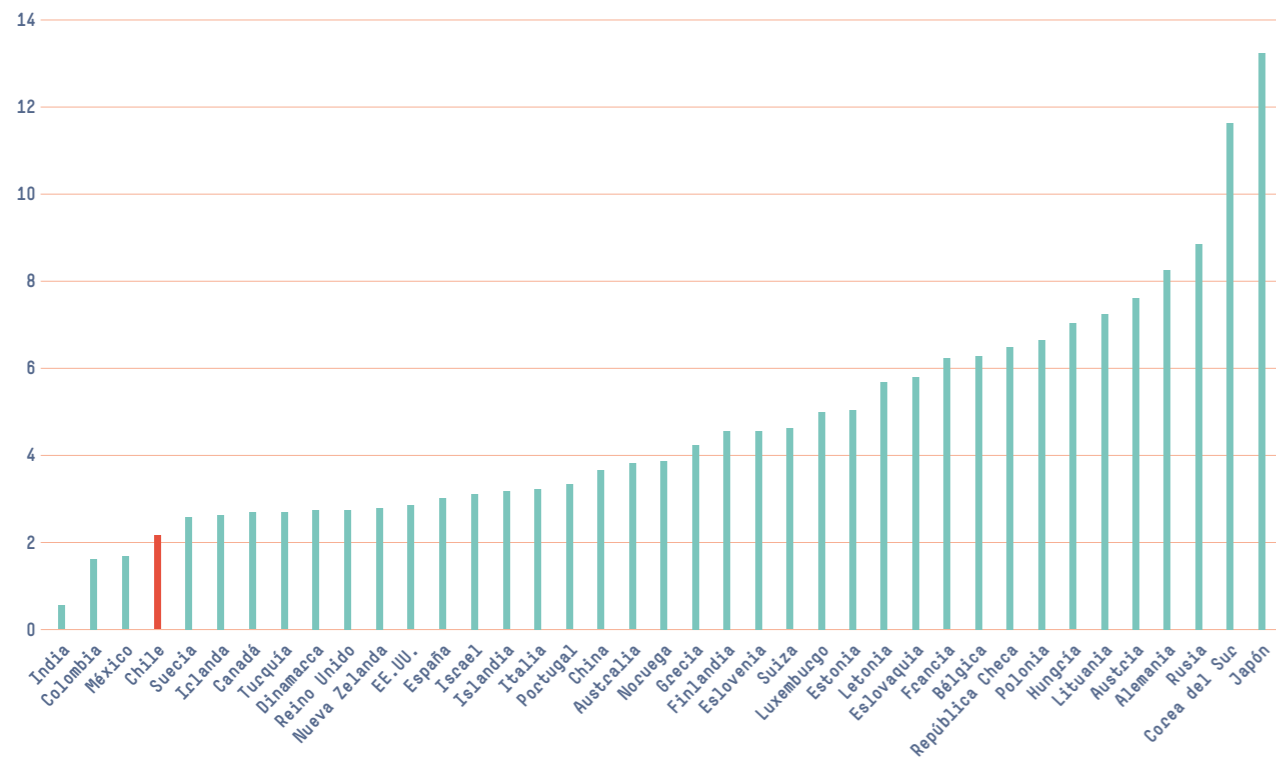
En forma tradicional, el estándar de comparación de Chile en diferentes ámbitos sanitarios fue Latinoamérica. En ese escenario, la situación chilena siempre resultaba favorable, pues normalmente el país se ubicaba en los primeros lugares de la región, en lo que respecta a indicadores de salud pública.

No obstante, la incorporación de Chile a la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), hizo cambiar los referentes al modificar los estándares de

comparación, los cuales son más exigentes. En términos concretos, esto ha develado una situación hospitalaria compleja. En efecto, al ver la relación de camas por población que tiene el país con aquella observada en la OCDE, se evidencia una brecha no menor. El gráfico 11.2 muestra el promedio de camas por mil habitantes para los países de la OCDE, evidenciando que Chile se encuentra entre los cinco países con una menor relación de camas por población.

Camas por 1.000 habitantes países OCDE, 2014 > GRÁFICO 11.2

Fuente: OCDE.



474

Mientras que el promedio de camas por cada mil habitantes de los países de la OCDE es de 4,9 por cada mil habitantes, en Chile solo se alcanza 2,2 por cada mil habitantes, cifra que incluye las camas hospitalarias del sector público y del sector privado. Cabe destacar que las camas hospitalarias que son estrictamente privadas, y que corresponden a las camas de las clínicas privadas informadas por la Asociación de Clínicas Privadas de Chile, corresponden a 6.755<sup>3</sup> (18% del total de camas que tiene el país), mientras que las camas del Sistema Nacional de Servicios de Salud son 24.987<sup>4</sup>.

Existe, entonces, un problema de déficit de camas hospitalarias cuando se compara la dotación que Chile tiene como país, respecto del estándar de la OCDE, sin embargo, utilizar el parámetro de disponibilidad de camas por habitante podría ser controversial<sup>5</sup>.

Si bien los estándares de la OCDE están lejanos a la realidad nacional, deben observarse como una referencia a analizar en el contexto de la realidad sanitaria chilena, las culturas médicas de Chile y la problemática de salud a resolver. De esta manera, hoy no existe un estudio comparativo que permita establecer brechas diferenciadas por tipo de camas entre Chile y los países de la OCDE, lo cual es una tarea relevante aún pendiente.

Lo que si se observa hoy, en los nuevos proyectos en etapas de preparación, diseño y ejecución, es incrementos en el número de camas de los nuevos establecimientos de atención cerrada (40% en relación a la situación sin proyecto) así como, incrementos en los estándares de confort y seguridad, los cuales han impactado en los coeficientes de superficie por cama y, consecuentemente, en los costos de los proyectos.

475



# 2,2

camas hospitalarias por cada mil habitantes sitúan a Chile en el tercio con mayor déficit de camas de la OCDE.

# Situación actual y diagnóstico

## Progreso brecha 2016-2025

Los proyectos identificados en la cartera 2015-2016 estaban en distintas etapas del ciclo de un proyecto de inversión. En efecto, había proyectos en fases de ejecución, dise-

ño/licitación y estudios preinversionales (EPH). El número de proyectos y los montos de inversión correspondían a los montos indicados en el SNI, información del Minsal, MOP y FNDR.

Número y etapa de proyectos por región 2015 > TABLA 11.3

REGIÓN	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	DISEÑO-LICITACIÓN	EPH	TOTAL
Arica y Parinacota					0
Tarapacá			1		1
Antofagasta		2			2
Atacama		1		1	2
Coquimbo		2	2	1	5
Valparaíso		1	4	2	7
Metropolitana		5	6	4	15
O'Higgins		1		2	3
Maule			2		2
Biobío		2	3	5	10
La Araucanía		4	7	3	14
Los Ríos		1	3	2	6
Los Lagos		1			1
Aysén		1	1	1	3
Magallanes		3			3
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>74</b>

Fuente: CChC.

Esta cartera expresada en tamaño de proyectos medida en superficie (m<sup>2</sup>) para el 2015 fue la siguiente:

Tamaño de proyecto (m<sup>2</sup>) por etapa y región 2015 > TABLA 11.4

REGIÓN	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	DISEÑO-LICITACIÓN	EPH	TOTAL
Arica y Parinacota		-	-	-	-
Tarapacá			28.873		28.873
Antofagasta		146.474			146.474
Atacama		39.300		4.577	43.877
Coquimbo		46.109	40.128	40.000	126.237
Valparaíso		76.000	175.845	16.287	268.132
Metropolitana		344.283	349.404	60.126	753.813
O'Higgins		5.874		30.000	35.874
Maule			150.092		150.092
Biobío		30.295	150.203	42.231	222.729
La Araucanía		34.541	79.262	38.508	152.311
Los Ríos		4.523	21.152	5.844	31.519
Los Lagos		6.596			6.596
Aysén		14.458	1.281	1.800	17.539
Magallanes		6.407			6.407
<b>TOTAL</b>		<b>754.860</b>	<b>996.240</b>	<b>239.373</b>	<b>1.990.473</b>

Fuente: CChC.



La cartera sectorial 2015 estaba compuesta por 74 proyectos, de los cuales había 24 en construcción, 29 en diseño o licitación y 21 en estudios de preinversión (EPH). Las regiones que concentraban el mayor número de proyectos eran la Metropolitana (15), Arauca-

nía (14) y Biobío (10). Los proyectos en construcción sumaban 754.860 m<sup>2</sup>, mientras los que estaban en diseño o licitación llegaban a 996.240 m<sup>2</sup>.

La valorización de la cartera 2015 arrojó los siguientes montos:

**Inversión 2015 en MMUSD 2015 > TABLA 11.5**

REGIÓN	MILLONES DE DÓLARES (MMUSD)				
	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	DISEÑO-LICITACIÓN	EPH	TOTAL
Arica y Parinacota		0	0	0	0
Tarapacá		0	53	0	53
Antofagasta		268	0	0	268
Atacama		72	0	18	90
Coquimbo		84	73	160	318
Valparaíso		139	322	65	526
Metropolitana		630	640	240	1.510
O'Higgins		11	0	120	130
Maule		0	275	0	275
Biobío		55	275	169	499
La Araucanía		63	145	154	362
Los Ríos		8	39	23	70
Los Lagos		12	0	0	12
Aysén		26	2	7	36
Magallanes		12	0	0	12
<b>TOTAL</b>		<b>1.382</b>	<b>1.824</b>	<b>955</b>	<b>4.161</b>

Fuente: CChC.

Fuente: Elaboración propia a base de SNI y Minsal, 2017.

Para realizar el seguimiento del progreso de cada proyecto, se identificó cada iniciativa de inversión por nombre. La situación hacia fines de 2017 de la cartera 2015 es la siguiente:

**Hospitales en Cartera de Inversiones 2017 > TABLA 11.6**

REGIÓN	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	LICITACIÓN	DISEÑO	EPH	TOTAL
Arica y Parinacota						0
Tarapacá			1			1
Antofagasta	1	1				2
Atacama	1		2			3
Coquimbo	1	2				3
Valparaíso		3	2		1	6
Metropolitana	1	3	3		4	11
O'Higgins	2					2
Maule	1	2		3		6
Biobío	4	2		4	2	12
La Araucanía	2	5	4			11
Los Ríos	3		3	1	1	8
Los Lagos	1			2		3
Aysén	1	1		1		3
Magallanes	3					3
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>74</b>

Como se aprecia en la tabla, el progreso de la ejecución de la cartera ya muestra iniciativas terminadas. La evolución de los tamaños de proyectos (expresados en m<sup>2</sup>) producto de los

procesos naturales de preparación desde la fase de EPH a diseños arrojó para el año 2017 los siguientes resultados:

**Superficie Hospitales en Cartera de Inversiones 2017 (m<sup>2</sup>) > TABLA 11.7**

REGIÓN	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	LICITACIÓN	DISEÑO	EPH	TOTAL
Arica y Paríacota						0
Tarapacá			37.734			37.734
Antofagasta	123.000	28.994				151.994
Atacama	39.300		13.868			53.168
Coquimbo	4.813	81.424				86.237
Valparaíso		240.098	78.961		50.000	369.059
Metropolitana	52.718	477.203	350.799		215.775	1.096.495
O'Higgins	94.879					94.879
Maule	85.870	186.515		95.285		367.670
Biobío	86.269	190.846		79.595	35.000	391.710
La Araucanía	27.604	97.435	42.320			167.359
Los Ríos	12.007		55.959	58.406	15.000	141.372
Los Lagos	6.595			46.000		52.595
Aysén	14.458	5.072		4.807		24.337
Magallanes	23.504					23.504
<b>TOTAL</b>	<b>571.017</b>	<b>1.307.587</b>	<b>579.641</b>	<b>284.093</b>	<b>315.775</b>	<b>3.058.113</b>

Fuente: Elaboración propia a base de SNI y Minsal, 2017.

Al comparar las tablas de inversión para los años 2015 y 2017, se aprecia un incremento en los tamaños de los proyectos de 1.990.473 a 3.058.113 m<sup>2</sup>. Este hecho incrementa el volumen de inversión para la misma cartera de proyectos.

El costo de la inversión en dólares 2017 de los 74 proyectos de acuerdo a los montos declarados en el SNI, son los siguientes:

**Inversión 2017 en MMUSD\$ 2017 > TABLA 11.8**

REGIÓN	TERMINADOS	CONSTRUCCIÓN	LICITACIÓN	DISEÑO	EPH	TOTAL
Arica y Paríacota	0		0			0
Tarapacá	0	0	117	0	0	117
Antofagasta	0	424	0	0	0	424
Atacama	94	0	0	47	0	141
Coquimbo	0	146	102	0	0	248
Valparaíso	0	289	596	28	129	1.042
Metropolitana	0	627	551	1.034	794	3.007
O'Higgins	207	16	0	0	0	223
Maule	215	0	602	88	196	1.101
Biobío	124	82	513	0	298	1.017
La Araucanía	30	111	275	145	0	562
Los Ríos	0	61	78	156	230	525
Los Lagos	0	17	0	0	144	161
Aysén	0	97	0	39	0	137
Magallanes	0	99	0	0	0	99
<b>TOTAL</b>	<b>671</b>	<b>1.970</b>	<b>2.835</b>	<b>1.537</b>	<b>1.791</b>	<b>8.803</b>

Fuente: Elaboración propia a base de SNI y Minsal, 2017.

Al comparar las tablas de inversión en MMUS\$ para los años 2015 y 2017, se aprecia un incremento en los costos del programa de MMUS\$4.161 a MMUS\$8.803, que se explica mayormente por el incremento en los tamaños de los proyectos (1.990.473 m<sup>2</sup> a 3.058.113 m<sup>2</sup>) y, adicionalmente, por los incrementos de los precios de los proyectos no asociados a mayor superficie.

Las tablas anteriores permiten conocer el avance de la cartera de proyectos de inversión. En relación al avance físico, se evidencia que de la cartera de 74 proyectos considerados en el informe 2015, 21 se encuentran terminados, esto significa un avance porcentual de 28%. Hay otro 26% en ejecución y el 46% restante está en distintas etapas previas al inicio de la ejecución.

En relación al avance financiero, la cartera indica que los proyectos terminados corresponden al 8% del presupuesto de inversiones estimado, los proyectos en construcción al 22% y el saldo de proyectos en las distintas etapas previas al 76% del presupuesto estimado actualizado. Lo anterior significa que en los terminados hay proyectos de menor tamaño y, por tanto, de tiempos de ejecución más cortos.

El Minsal hizo público un plan de intervención de 60 establecimientos a inicios del año 2015. Básicamente indicó que había una cartera de 60 proyectos, sobre los cuales se constituyeron tres grupos. La diferencia entre estos tres grupos estaba en el grado de avance al año 2018. Asimismo indicó que habría 20 proyectos terminados, otros 20 en ejecución y otros 20 en licitación o estudio.

Del primer grupo de 20 proyectos, hay 11 terminados a la fecha. Hay otros 6 en ejecución y 3 en etapas previas (Licitación, Diseños y EPH). Con respecto al segundo grupo de 20 proyectos que estarían en ejecución al 2018, a la fecha hay 3 terminados, 8 en ejecución y 9 en las etapas previas. Finalmente, con respecto al último grupo de 20 proyectos, hay 3 en ejecución (Hospitales de Cochrane y Curacautín) y los 17 restantes en etapas previas. Adicionalmente a estos 60 proyectos, el infor-

me de 2015 incluyó un conjunto de 14 proyectos, donde estaban algunos que fueron iniciados en el período de gobierno 2006-2010, otros en el período de gobierno 2010-2014 y que fueron terminados durante el período 2014-2018. Estos son los siguientes:

Otros Proyectos Fuera de Cartera 2015 > TABLA 11.9

	NOMBRE	ESTADO NOVIEMBRE 2017
1	Hospital de Puerto Williams	Terminado
2	Hospital de Cunco	Ejecución
3	Hospital Makewe	Licitación
4	Hospital de Queilen	Licitación
5	CDT La Serena	Ejecución
6	Hospital de Constitución	EPH
7	Hospital de Nacimiento	EPH
8	Hospital de Copiapó	Terminado
9	Hospital de Rancagua	Terminado
10	Hospital de Talca	Terminado
11	Hospital de Los Ángeles	Terminado
12	Hospital de Lautaro	Terminado
13	Hospital de Puerto Varas	EPH
14	Hospital de Laja	Terminado

Como se observa en la tabla, hay 7 proyectos terminados, 2 en ejecución y otros 5 en etapas previas. Este grupo de proyectos permite acumular un total de 21 proyectos finalizados y 19 en ejecución, 15 en licitación y 19 en etapas de diseño y EPH sobre una cartera de 74 proyectos.

Adicionales a esta cartera agregada, existen dos proyectos en ejecución a la fecha del presente estudio; el Hospital Philippe Pinel de Putaendo y la Torre Valech en el Hospital de Urgencia Asistencia Pública.

Fuente: Elaboración propia a base de SNI y Minsal, 2017.

**Respecto al plan de intervención de 60 establecimientos declarados por la autoridad a inicios del año 2015, se puede señalar que del primer grupo de 20 proyectos que deberían estar terminados al 2018, solo hay 11 concluidos hacia fines de 2017.**

## Demanda de servicios hospitalarios

### Antecedentes de Población

El perfil demográfico de Chile viene mostrando una rápida transición al envejecimiento de la población. La mayor demanda asistencial se comienza a observar a partir de la población de 50 años, que en la próxima década se incrementará en un 28% a un 33,4%.

Por otro lado, la población en el tramo de 50 y 64 años pasará de 17% a 18%. Lo anterior tendrá un impacto directo en la demanda de servicios asistenciales relacionadas con el envejecimiento.

### Variación Población 2015-2017-2027

> TABLA 11.10

	2015	2017	2027
Población total	17.943.052	18.208.615	19.476.816
Población menor a 15 años de edad (%)	21,10%	20,40%	18,00%
Población menor a 15 años de edad (Nº)	3.782.038	3.709.217	3.515.260
Población de 50 a 64 años de edad (%)	16,60%	17,20%	18,40%
Población de 50 a 64 años de edad (Nº)	2.983.353	3.137.100	3.578.445
Población de 65 y más años de edad (%)	10,30%	11,00%	15,00%
Población de 65 y más años de edad (Nº)	1.842.932	1.995.069	2.929.746
Tasa Global de Fecundidad	1,8	1,7	1,7
Población Urbana (%)	88,9	89,3	90,70%

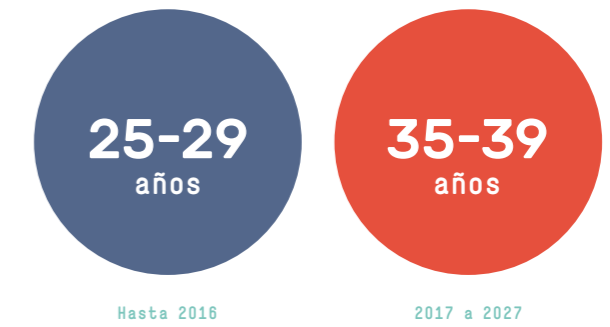
El gráfico muestra claramente la tendencia de envejecimiento de la población. Lo anterior indica que la autoridad que administra el seguro público debe desde ya incorporar en el desarrollo estratégico de las soluciones de salud, los esquemas y modelos que permitan hacerse cargo de las necesidades de salud de la población que envejece.



**8,5% aumentó la población total entre 2015 y 2017, llegando a los 18.208.615 habitantes. De estos, 15% será de la tercera edad.**

Fuente: Celade - División de Población de la Cepal, revisión 2017.

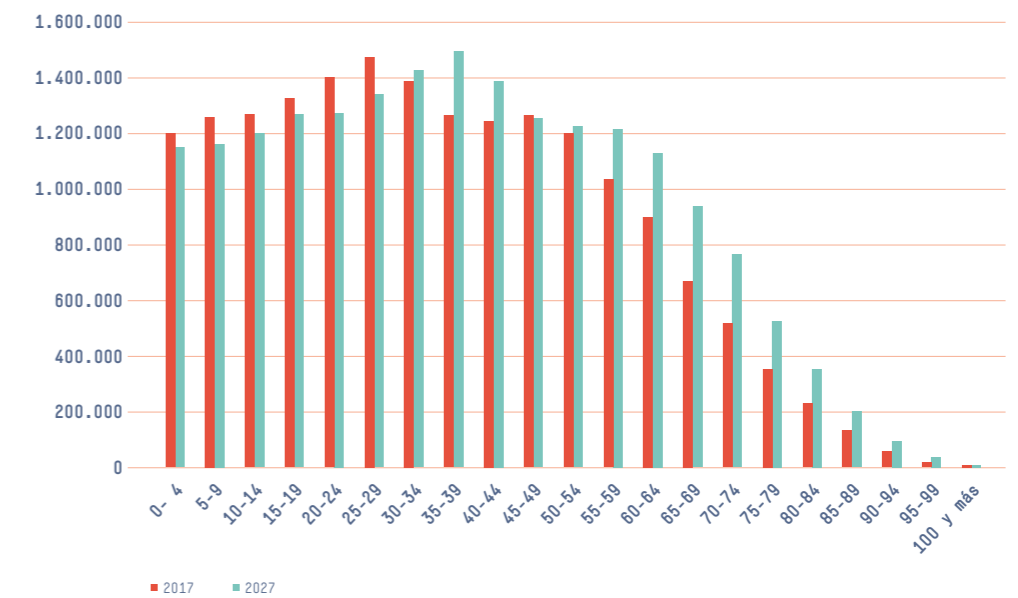
Rango etario con mayor representatividad en habitantes



Al graficar la evolución de la población para el periodo 2017-2027 se observa lo siguiente:

### Variación Población 2015-2017-2027

> TABLA 11.10



Fuente: Celade - División de Población de la Cepal, revisión 2017.

### Perfil epidemiológico

La tasa de mortalidad para Chile, en el año 2014, fue de 5,7 por 1.000 habitantes. Esta cifra es mayor en hombres que en mujeres (5,3 y 6,1 por 1.000 habitantes, respectivamente).

El Índice de Swaroop refleja la proporción de la mortalidad que ocurre en mayores de 50 años. Es un indicador que refleja el nivel de salud de una población. Teóricamente en una población donde todas las personas viven un mínimo de 50 años el Índice de Swaroop sería 100.

El Índice de Swaroop a nivel nacional es de 77,9%, esto significa que ese porcentaje de la población vive más de 50 años. Este porcentaje es mayor en mujeres (83,7%), que en hombres (72,7%).

Las dos primeras causas de muerte en el país son las enfermedades cardiovasculares y los tumores. De cada 100.000 muertes que ocurrieron en el país en el año 2014, 157,5 se debieron a enfermedades cardiovasculares y 146,1 a tumores.

### Tasa de mortalidad específica por grupo de causas, Chile 2014

> TABLA 11.11

GRUPOS DE CAUSAS	TM (POR 100.000 H)
Enfermedades del sistema circulatorio	157,5
Tumores (neoplasias)	146,1
Enfermedades del sistema respiratorio	58,6
Causas externas de mortalidad	43,4
Enfermedades del sistema digestivo	41,9
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	29,1
Enfermedades del sistema nervioso	20,1
Enfermedades del sistema genitourinario	17,2
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte	14,7
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias	14,6
Trastornos mentales y del comportamiento	10,3
Resto de causas	8,2
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	5,5
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	4,8

Fuente:  
Elaboración propia a base de información de Estadísticas de Natalidad y Mortalidad de Chile, 2014, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (Deis), Ministerio de Salud.

Fuente:  
Elaboración propia a base de información de Estadísticas de Natalidad y Mortalidad de Chile, 2014, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (Deis), Ministerio de Salud.

Al analizar la mortalidad por causas específicas, la primera causa de mortalidad en Chile son las enfermedades cerebrovasculares, con una tasa de mortalidad de 48,3 por 100.000. La segunda causa de muerte es la enfermedad isquémica del corazón con tasas de 45,5 por 100.000 habitantes. Esto se observa en la tabla siguiente:

**157,5 habitantes cada 100 mil fallecieron en 2014 producto de enfermedades cardiovasculares.**



### Tasa de mortalidad específica por 10 primeras causas, Chile 2014

> TABLA 11.12

CAUSA ESPECÍFICA	TM (POR 100.000 H)
Enfermedades cerebrovasculares	48,3
Enfermedades isquémicas del corazón	45,5
Enfermedades hipertensivas	31,9
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	24,3
Neumonía	23,7
Diabetes mellitus	23,5
Otras formas de enfermedades del corazón	22,5
Tumor maligno del estómago	18,3
Tumor maligno de la tráquea, de los bronquios y del pulmón	17,1
Bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	16,5

En lo que respecta a la morbilidad, en el año 2014, se produjeron 1.670.447 egresos hospitalarios a nivel nacional, los que se concentraron en el grupo etario de 20 a 44 años por egresos relacionados con el embarazo, parto

y puerperio. Como segunda causa de egreso se encuentran las enfermedades del sistema digestivo, seguidas por las enfermedades del sistema respiratorio, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Fuente:  
Elaboración propia a base de información de Estadísticas de Natalidad y Mortalidad de Chile, 2014, Departamento de Estadísticas e Información de Salud [Deis], Ministerio de Salud.

**Egresos hospitalarios, según grupos principales de causas y edad, país, año 2014**

> TABLA 11.13

EGRESOS POR 10 PRIMERAS CAUSAS	GRUPOS DE EDAD (EN AÑOS)									TOTAL
	MENOR DE 1	1 A 4	5 A 9	10 A 14	15 A 19	20 A 44	45 A 64	65 A 79	80 Y MÁS	
Embarazo, parto y puerperio	-	-	-	1.415	46.984	275.823	1.277	-	-	325.499
Enfermedades del sistema digestivo	2.601	4.838	8.177	10.173	10.848	67.389	63.560	31.652	11.340	210.578
Enfermedades del sistema respiratorio	26.457	29.956	14.114	4.899	4.275	18.334	18.550	25.570	24.237	166.392
Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas	1.722	10.331	7.791	8.696	10.146	55.399	36.813	16.020	9.595	156.513
Enfermedades del sistema genitourinario	3.556	5.901	4.498	3.182	4.775	39.352	40.837	24.294	9.842	136.237
Enfermedades del sistema circulatorio	169	445	507	855	1.254	14.525	43.982	43.108	22.131	126.976
Tumores [Neoplasias]	372	3.277	2.743	2.853	2.374	26.838	44.536	26.659	7.406	117.058
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	115	898	1.076	2.278	2.773	22.314	26.224	10.236	1.944	67.858
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud	3.291	1.918	1.568	1.792	3.185	22.328	12.560	6.987	2.247	55.876
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	428	756	708	932	1.163	15.177	15.680	9.877	3.670	48.391

Lo anterior permite observar cuáles deberían ser las prioridades de un plan de inversión, el cual debe ser un instrumento para resolver los principales problemas de morbilidad y mortalidad.

**157,5 cada 100 mil habitantes es la tasa de mortalidad que representaban las enfermedades cardiovasculares en 2014, siendo las enfermedad con mayor tasa de mortalidad. A futuro se incrementarán las causas oncológicas, según los organismos nacionales de salud.**



## Oferta de servicios de salud

La oferta de servicios de salud en Chile está constituida por establecimientos del sector público y del sector privado, realidad denominada un sistema mixto. Está organizado en los subsectores Público<sup>6</sup> y Privado.

El Fondo Nacional de Salud (Fonasa) es el principal seguro de salud, que opera en la modalidad institucional para sus beneficia-

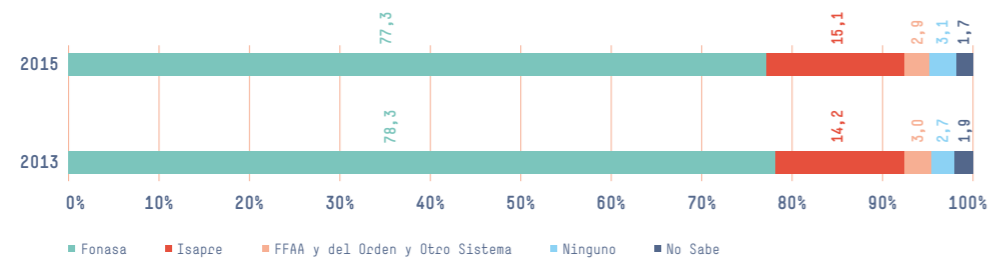
rios usando la red pública o en la modalidad de libre elección para los asegurados que optan por resolver sus necesidades de salud a través de los proveedores privados de atención de salud.

En el siguiente gráfico se observa las variaciones de participación de los distintos tipos de seguros entre los años 2013 y 2015.

6. Existen dentro del sector público hospitales institucionales de las Fuerzas Armadas para dar solución a las necesidades de salud del personal activo, pasivo y cargas familiares correspondientes.

### Distribución porcentual de la población según seguro de salud 2015

> GRÁFICO 11.4



Fuente: Casen 2013 y 2015, Ministerio de Desarrollo Social.

La población usuaria tanto del sector público como del sector privado se enfrenta a nuevos problemas de salud que son consecuencia del cambio del perfil epidemiológico que experimenta la población chilena. El subsector público enfrenta una demanda creciente tanto en cantidad de prestaciones como complejidad de estas. El origen de esta deman-

da aumentada se explica, por un lado, en las mayores expectativas de vida de la población usuaria del sector público (envejecimiento) como también por el aumento de patologías a las cuales hay que dar respuesta, las cuales pueden estar asociadas a hábitos, exposición a riesgos sanitarios y las enfermedades crónicas no transmisibles.

El subsector privado, por su parte, satisface principalmente las necesidades de salud de personas afiliadas a Isapres.

A nivel de sector público, las instituciones responsables de la provisión de prestaciones de salud son los Servicios de Salud (SS), que llegan a 29 a nivel nacional, y las municipalidades a nivel primario. Los SS son res-

ponsables de gestionar principalmente la red de hospitales<sup>7</sup>, mientras que los municipios son responsables de la atención primaria.

La red de establecimientos que otorga prestaciones de salud tanto en el ámbito ambulatorio como de atención cerrada son los siguientes:

### Establecimientos de Salud Chile, 2017 > TABLA 11.14

Fuente: Deis, Minsal 2017

ESTABLECIMIENTOS	SERVICIO DE SALUD	MUNICIPAL	PÚBLICO NO SS	PRIVADO	OTRO	TOTAL
Posta de Salud Rural	36	1.131				1.167
Consultorio General Rural		118			1	119
Consultorio General Urbano	29	430			11	470
Centro de Salud			46	350	38	434
Centro de Referencia de Salud	7	2			2	11
Centro de Diag. - Terapéutico	7				3	10
Laboratorio Clínico o Dental		4	1	236	4	245
Centro de Diálisis				43		43
Est. Alta Complejidad	62		1		1	64
Est. Baja Complejidad	100				3	103
Est. Mediana Complejidad	26				2	28
Clínica				171	6	177
Hospital no SS			8	14	9	31
<b>TOTAL</b>	<b>267</b>	<b>1.685</b>	<b>56</b>	<b>814</b>	<b>80</b>	<b>2.902</b>

7. Hay algunos Servicios de Salud que aun tienen establecimientos de la atención primaria.

La oferta a nivel de número de establecimientos ha tenido un aumento de 2,7% con respecto al año 2015. Este incremento en el número de establecimientos se produjo en el sector privado, principalmente en Centros de Salud, Laboratorios Clínicos y Dentales, Centros de Diálisis y menormente en nuevas clínicas y recintos clasificados de atención hospitalaria.

En el ámbito de la oferta pública dedicada a prestar servicios de atención ambulatoria y cerrada a nivel país, principalmente para los beneficiarios de Fonasa existe un conjunto de 195 establecimientos. De estos, solo 189 son de propiedad del Minsal y otros 6 realizan prestaciones vía convenios con el Minsal. La red de establecimientos por regiones y complejidad es:

**Hospitales por Región y Nivel de Complejidad, 2017** > TABLA 11.15

REGIÓN	ALTA	MEDIANA	BAJA	ESPECIALIDAD	TOTAL
Arica y Parinacota	1				1
Tarapacá	1				1
Antofagasta	2		3		5
Atacama	1	1	3		5
Coquimbo	3	1	5		9
Valparaíso	8	2	12		22
Metropolitana	18	6	2	7	33
O'Higgins	2	2	11		15
Maule	3	3	7		13
Biobío	8	3	17		28
La Araucanía	3	5	12		20
Los Ríos	1		7		8
Los Lagos	3	1	16		20
Aysén	1	1	3		5
Magallanes	1	1	2		4
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>189</b>

En término de número de camas, estos 189 establecimientos disponen de alrededor de 25.000 camas para la población usuaria del sector público y alrededor de 2.500.000 m<sup>2</sup> construidos.

Fuente:  
Elaboración propia a  
base de Deis, Minsal.





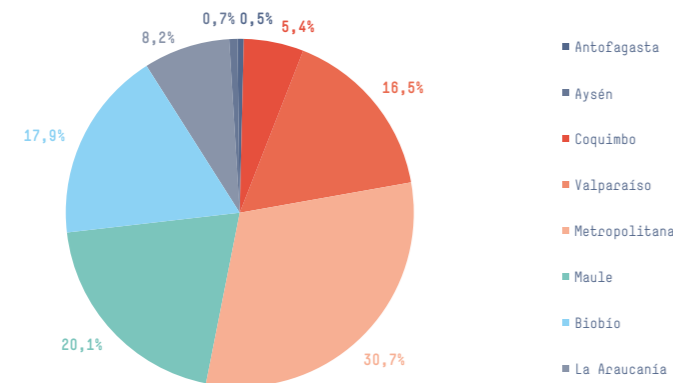
# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

## Período 2018-2027

El escenario 2018-2027 para la ejecución de la cartera de proyectos del Minsal, presenta 19 proyectos de arrastre<sup>8</sup> que implican un monto de inversión de MMUS\$2.985 que están programados (escenario optimista) en el período 2018-2022.

8. Proyectos iniciados anteriormente al año 2018, con gastos efectivos o adjudicados durante el año 2017.

Porcentaje de arrastre de Ejecución 2017 MMUS\$ por región  
> GRÁFICO 11.5

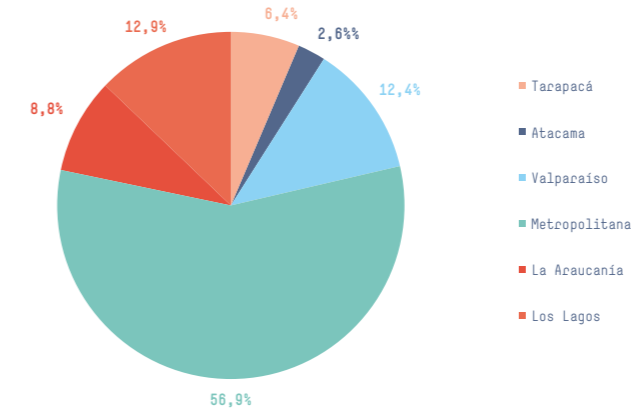


Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, están en proceso de licitación otros 15 proyectos que agregarán presión al presupuesto 2018 y de los años siguientes. Estos proyectos significan un monto de inversión de MMUS\$1.900. **VER GRÁFICO 11.6**

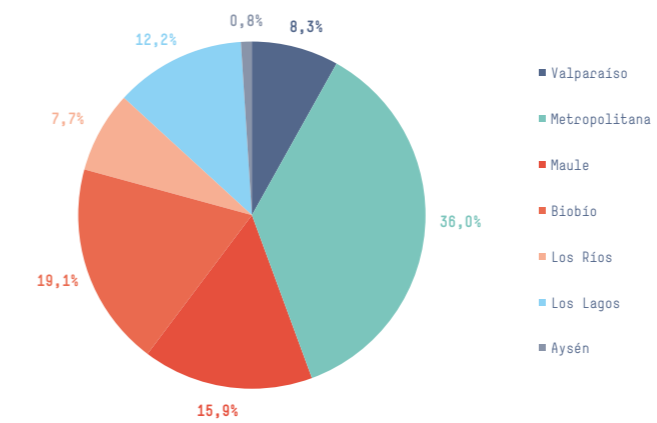
En fases embrionarias, hay un grupo de 19 proyectos en etapas previas a ejecución y licitación, que implica una superficie de 599.868 m<sup>2</sup> y un número de camas de 2.842 unidades. **VER GRÁFICO 11.7**

Proyectos en licitación por región MMUS\$  
> GRÁFICO 11.6



Fuente: Elaboración propia.

Proyectos en etapas previas por región (m<sup>2</sup>)  
> GRÁFICO 10.7



Fuente: Elaboración propia.

Al considerar solo los contratos en ejecución y por iniciar en cartera (19) y en licitación (15) las demandas de recursos para el período 2018-2022 son largamente superiores al mejor año de ejecución que ha tenido el Minsal y los Servicios de Salud en el último quinquenio<sup>9</sup>.

Esto implica un gran desafío para los marcos presupuestarios de inversiones a demandar por parte del Minsal a Dipres para el período, también un desafío mayúsculo para el Minsal y los Servicios de Salud en lo que respecta a gestionar la cartera de proyectos en ejecución y por licitar.

Agregando los proyectos en ejecución del Hospital Philippe Pinel y Torre Valech se incrementa el gasto en MMUS\$29. Esto significa un promedio anual de MMUS\$958 para el período 2018-2022, sobrepasando largamente el volumen promedio anual ejecutado durante los últimos años.

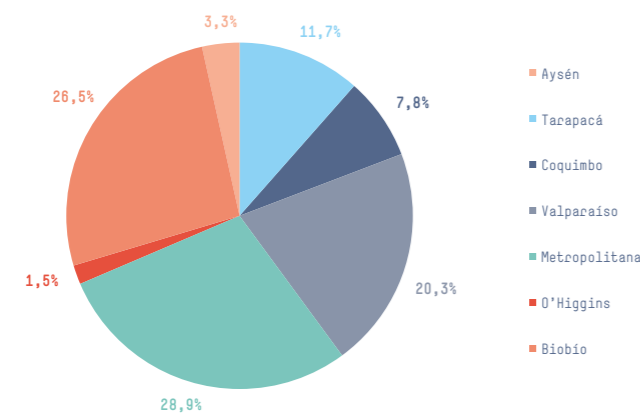
Hay, además, 14 proyectos<sup>10</sup> en etapas más embrionarias que representan una demanda potencial de 5.140 camas y MMUS\$3.206. Asimismo, al igual que lo sucedido con los proyectos hoy en ejecución, en la medida que se avanza en la preparación de los proyectos desde la etapa de perfil hacia diseño, es razonable esperar incrementos de tamaños y consecuentemente los costos de inversión.

9. Ver anexo para el detalle de flujos.

10. Ver anexo para el detalle de los proyectos.

**Proyectos en BIP fuera de cartera por región MMUS\$**

> GRÁFICO 11.8



Fuente:  
Elaboración propia.

Se debe indicar que las soluciones para resolver estas brechas de camas, no implica hipertrofiar establecimientos existentes. Lo anterior significa que la solución para algunos de estos establecimientos con toda seguridad pasará por la creación de nuevos establecimientos. Es probable que los EPH de Valparaíso y Concepción, los cuales afectan a los principales hospitales de ambas ciudades, arrojen como conclusión la necesidad de construir establecimientos de mediana complejidad, del tamaño entre 200 y 300 camas adicionalmente a la intervención a realizar en el hospital mismo.

Los proyectos señalados corresponden a iniciativas con identificación de código IDI. Entre los otros establecimientos indicados, hay algunos con estudios de EPH en proceso con recursos propios y otros se proponen por consideraciones técnicas.

El estudio 2015 consideró la construcción de nuevos hospitales de mediana y alta complejidad en áreas de expansión urbana. Esto se ha hecho realidad en la comuna de

Puente Alto, Padre de las Casas, Alto Hospicio y en la zona norte de Santiago, donde las iniciativas, en distinto grado de desarrollo, siguen en el plan analizado.

El estudio 2015 también planteó la necesidad de iniciar con las inversiones en hospitales para pacientes de larga estadía, que hoy ocupan camas de alta complejidad por no haber un establecimiento de descarga para pacientes envejecidos. El estudio indicó, además, que no se cuenta con un diagnóstico nacional de la demanda de recursos de larga estadía, pero la práctica está demostrando que cerca de un 20% de las camas hospitalarias<sup>11</sup> de adulto en hospitales de alta complejidad permanecen ocupadas por pacientes que, por su condición clínica, no lo requieren. La estimación de necesidades de camas y superficie se realizó para el 10% de las camas de los hospitales de alta complejidad. Para efectos de actualización se mantendrá el número de camas, pero se actualizará la superficie a construir y la estimación de costos. Los resultados son los siguientes:

11. Estudio hospitalizaciones evitables Hospital del Salvador, Santiago, SSMO. 2011.

**Nuevos Establecimientos de Larga Estancia**

> TABLA 11.16

REGIÓN	Nº CAMAS	M <sup>2</sup>	INVERSIÓN MMUS\$
Valparaíso	200	26.000	60
Biobío	270	35.100	81
Metropolitana	585	76.050	174
<b>TOTAL</b>	<b>1.055</b>	<b>137.150</b>	<b>315</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Al agregar toda la inversión requerida se llega a un monto total de MMUS\$10.448, tal como muestra la tabla a continuación:

### Resumen Necesidades de Inversión al 2018-2027 MMUS\$

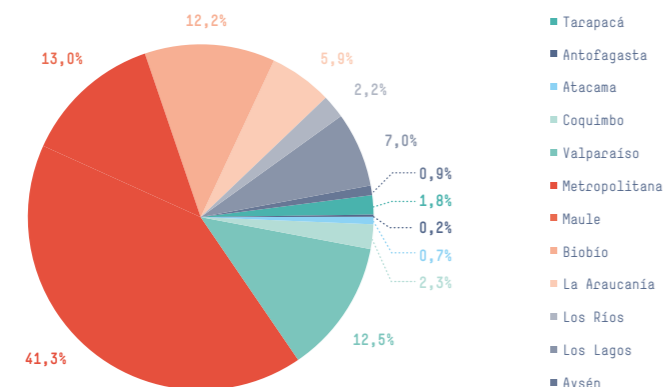
> TABLA 11.17

ÍTEM DE INVERSIÓN	TOTAL MMUS\$
Presupuesto Proyectos de Arrastre (19)	2.985
Proyectos en Licitación y Et. Previas (34)	3.912
Otros proyectos en preparación (14)	3.206
Inversión Hospitales de Larga Estadía (3)	315
Inversión Torre Valech&Philippe Pinel (2)	29
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>10.448</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

### Inversión total por región MMUS\$

> GRÁFICO 11.9



Fuente:  
Elaboración propia.

Para elaborar una propuesta de flujo para los años 2018-2022 y 2023-2027 se analizará el grado de avance de cada iniciativa en el ciclo de preparación y ejecución de la cartera de proyectos.

## Período 2018-2022 y 2023-2027

Para realizar una distribución de los proyectos para los dos períodos se ha asumido la siguiente metodología. En primer lugar, se ha considerado para el quinquenio 2018-2022 que todos los proyectos de arrastre 2017 terminan durante ese período. En segundo lugar, se ha considerado a todos los proyectos no iniciados que están en los procesos finales de licitación (adjudicación y firma de contrato) y etapas anteriores (esperando recepción

de ofertas y evaluación). Para determinar los plazos asociados a cada contrato se ha asumido lo indicado en las fichas IDI, ajustadas por los tamaños de obras de acuerdo a juicio de experto en algunos casos.

En tercer lugar, finalmente se ha considerado al saldo de proyectos que están en etapas preliminares para el quinquenio 2023-2027, aplicando el principio del realismo presupuestario.

### Demanda de inversión 2018-2022 y 2023-2027 MMUS\$

> TABLA 11.18

ÍTEM DE INVERSIÓN	2018-2022	2023-2027
Cartera de proyectos	4.759	2.138
Torre Valech HUAP y P.Pinell	29	0
Proyectos en cartera BIP	0	3.207
Hospitales Mediana Estadía	0	315
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>4.789</b>	<b>5.659</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Las estimaciones de costo por ítem han sido obtenidas de la ficha IDI del Banco Integrado de Proyectos que administra Mideso. El monto efectivo de inversión se conocerá al cierre de la ejecución de cada proyecto, una vez cada Unidad Ejecutora haya cargado los gastos efectivos, por lo que el monto utilizado es el programado, de acuerdo a los antecedentes de preparación del proyecto.

Los flujos indicados en las columnas 2018-2027 corresponden a la estimación de flujo de inversión optimista en el sentido que

asume que todos los procesos son exitosos y los recursos estarán disponibles para la ejecución. La realidad ha mostrado que la ejecución de mega proyectos sectoriales es de alta complejidad y no solo hay dificultades técnicas sino también asociadas a los procesos de adquisiciones.

Hacia fines de 2017, comenzaron a des- trabarse algunos procesos licitatorios. No obstante lo anterior, el Minsal continúa trabajando en orden a optimizar los procesos para mejorar la eficiencia de estos.

## Recomendaciones de acción

500

La materialización de proyectos de infraestructura hospitalaria no es más que una respuesta a las demandas sanitarias que emergen de la necesidad de resolver los problemas de salud de la población.

Chile ha estado en las últimas décadas mirando —en lo que se refiere a carga de enfermedades— hacia el perfil de patologías de los países más desarrollados. Asimismo, desde varias décadas ha estado organizándose para resolver de la forma más costo-efectiva posible los problemas de salud de la población en una mirada de red asistencial.

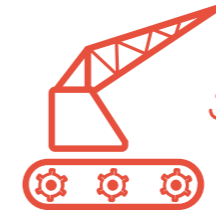
Al revisar la historia de inversiones del sector público de los últimos 10 años, se aprecia un incremento de la velocidad de renovación del activo fijo institucional así como un crecimiento en los establecimientos de atención ambulatoria. Lo primero es respuesta al agotamiento de los edificios disponibles, demandas adicionales de prestaciones que se originan en los procesos de reforma y requerimientos de nuevos y mejores espacios para cumplir con las exigencias de la Autoridad Sanitaria. Lo segundo, responde a una estrategia de resolver los problemas de salud de las personas lo más cercano a los lugares de residencia y al mínimo costo posible.

Lo exhibido en cuanto a los requerimientos estimados para el decenio 2018-2027 es el reflejo de la necesidad de renovación de infraestructura agotada. Pone en evidencia un enorme desafío que tendrán los equipos técnicos

que participan tanto en la preparación de proyectos como la gestión de estos. También, la tarea plantea un desafío para el sector privado, el cual contribuye a la materialización de los proyectos en las actividades de diseños, supervisión de obras, construcción de establecimientos de salud y provisión de equipos y equipamiento de salud.

Al observar el cronograma de implementación, se evidencia que las actividades de inversión —en promedio— traspasan los períodos de las administraciones de gobiernos, razón por la cual los equipos profesionales del sector público involucrados deberían ser independientes a los cambios de administración, condición que daría continuidad a criterios técnicos, prioridades y modalidades de implementación.

Por otro lado, el tamaño de la cartera no licitada, amerita analizar otras opciones para materializar los proyectos como podría vía concesiones, esquema que suavizaría los flujos de desembolsos fiscales, simplificaría algunos procesos versus la opción de ejecución institucional, reduciría el tamaño de las contrapartes sectoriales para el seguimiento de la ejecución de proyectos y podría adelantar algunos proyectos en el cronograma de ejecución 2018-2027. No obstante lo anterior, habría que incorporar a la elaboración de los contratos de concesiones, los aprendizajes que han tenido los Servicios de Salud en las experiencias ya materializadas como son el hospital El Carmen de Maipú, hospital Eloísa



**Lo exhibido en cuanto a los requerimientos estimados para el decenio 2018-2027 es el reflejo de la necesidad de renovación de infraestructura agotada.**

Díaz, de La Florida; hospital de Antofagasta y los que están en ejecución: Salvador-Geriátrico y Félix Bulnes.

Más allá de la modalidad utilizada para materializar los proyectos, la tarea clave a abordar con los proyectos en fase embrionaria (EPH) tiene que ver con dimensionar adecuadamente la cartera de servicios del proyecto y el modelo de gestión. La precisión de estos dos elementos es clave para la buena concepción de una solución de requerimiento de recursos. Etapas mal concebidas implican, en las siguientes (Diseños, Licitación) alto riesgo de abortar el proyecto por indefiniciones o estudios incompletos.

Con respecto a la “maduración del proyecto”, concepto entendido como desarrollo de este en el ciclo de preparación, la experiencia indica que desde la etapa de perfil hasta la etapa de ejecución se producen crecimientos en el tamaño del proyecto. Es usual el crecimiento desde la etapa de PMA (Programa Médico Arquitectónico que se origina en el EPH) a Anteproyecto, posteriormente de Anteproyecto a Diseño de Arquitectura e Ingeniería y finalmente desde Diseño licitado a Planos As Built. Lo anterior ocurre porque cada etapa profundiza el estudio de la necesidad a materializar y visualiza aspectos no visibles en las etapas anteriores, hecho no malo en sí mismo, que obliga a redimensionar necesidades originando incrementos en el tamaño del proyecto. Mientras este suceso se realice a nivel

de etapas previas a la fase de ejecución, los costos corresponden solo a horas-hombre en las fases preparatorias y no a modificaciones de planos durante la ejecución con obras adicionales y/o extraordinarias que complejizan la gestión de un contrato en obras y presionan el presupuesto del proyecto.

La cultura de preparación de proyectos en Chile había sido ejecutar las etapas en forma independiente (Estudios, Diseños y Ejecución) dejando el desarrollo de los ajustes del proyecto sin restricciones. Este procedimiento, en el caso de proyecto de envergadura (sobre los 50.000 m<sup>2</sup>) tomaba entre 5 a 8 años para comenzar la explotación u operación del establecimiento.

Estos tiempos técnicos son vistos como incompatibles algunas veces con la presión asistencial que tienen algunos establecimientos de salud y otras veces con los períodos de las administraciones de turno.

En la actualidad los proyectos de los hospitales de Ñuble, Linares, Barros Luco-Trudeau y Marga-Marga, han sido licitados en la modalidad “Diseño-Construcción”, otorgándose un plazo de 12 meses para la elaboración de los diseños y un mínimo de 36 meses para la ejecución. Si bien el objetivo es acortar tiempos de licitaciones intermedias, entra en juego un conflicto de interés, de quien ha fijado un precio por ambas actividades y que debe controlar los efectos inflacionarios del proyecto porque podría ser una amenaza para rentabilidad

501

**Una tarea pendiente que tiene el Minsal es realizar a modo piloto evaluación ex post de los proyectos que financia.**

del negocio. Más allá que los documentos indiquen claramente las formas de abordar y solucionar intereses contrapuestos, esta modalidad agrega estrés a la administración del contrato. También este formato invisibiliza los errores de desarrollo de proyectos de arquitectura e ingeniería, aspectos que quedan expuestos abiertamente en la modalidad habitual y que permiten una gestión de aprendizaje para los profesionales responsables del proyecto.

Otro aspecto que puede ayudar es una gestión de adquisiciones robusta pero flexible. Esto significa disponer de formatos tipos de Bases de Licitación segmentados por montos de inversión, tipo de proyecto y no un solo documento estándar<sup>12</sup>. Especial énfasis se debe tener al momento de los requisitos que se solicitan a los equipos técnicos, las empresas y consorcios. Al solicitar requisitos de experiencia a los profesionales en ámbitos de diseños y experiencia en obra, estos deben ser consistentes con datos empíricos de la realidad nacional y proyectos de complejidad técnica equivalente. Debe también poder acreditarse los requisitos de forma certera, pero simple. Cuando las Licitaciones no pueden adjudicarse por incumplimiento de esta especie, es una señal que no se observó suficientemente la realidad del mercado de los profesionales y empresas elegibles para ejecutar los proyectos.

Una tarea pendiente que tiene el Minsal es realizar a modo piloto evaluación ex post de los proyectos que financia. Una revisión

crítica de las etapas preinversión, Diseños, Ejecución y Operación permitiría una sana retroalimentación de la labor ejecutada por los distintos agentes que participan en la preparación y ejecución de un proyecto hospitalario. En la visión positiva permitiría evidenciar las virtudes, falencias, aciertos y errores del proceso. Esta tarea, por cierto, puede ser asumida por una institución ajena al sector (Dipres), y otorgaría inputs para mejorar los procesos y hacer más rentable la inversión pública en salud. A la fecha ya hay varios proyectos finalizados de estos últimos 10 años de inversión. Una decisión como esta exige coraje político.

Un último aspecto final sobre el tema de rentabilidad de la inversión y su uso en el largo plazo tiene que ver con la institucionalización de la cultura del mantenimiento. En un proyecto ejecutado y operado por la modalidad de concesiones esta actividad se traslada al operador del edificio. En el caso de los proyectos operados en la modalidad tradicional, el mantenimiento pasa a ser una línea más de los ítems presupuestarios, usualmente castigada en monto y no priorizada en la importancia que tiene por otras demandas legítimas de insumos para la acción sobre pacientes. Algunas experiencias en otros lugares<sup>13</sup> es, marcar el ítem de uso exclusivo y adicionalmente con esto, dimensionar las necesidades de mantenimiento adecuadamente para asegurar el funcionamiento del activo fijo.

12. Tanto el Banco Mundial como el BID usan para los prestatarios documentos estándar de licitación para obras menores y mayores.

13. Proyectos financiados por fuentes multilaterales en Centroamérica y el Caribe.



## Programa de Salud Mental

Chile ha tenido significativos avances en el ámbito de la salud mental durante las últimas décadas, que lo sitúan en un lugar destacado en América Latina. Lo anterior no significa que no existan brechas aun de oferta y calidad de prestaciones de salud mental.

En el año 2000 se diseñó un Plan Nacional de Salud Mental, el cual propuso un modelo comunitario de atención, que contemplaba la desconcentración, diversificación y territorialización de la oferta. El propósito del plan era "Contribuir a que las personas, las familias y las comunidades alcancen y mantengan la mayor capacidad posible para interactuar entre sí y con el medio ambiente, de modo de promover el bienestar subjetivo, el desarrollo y uso óptimo de sus potencialidades psicológicas, cognitivas, afectivas y relacionales, el logro de sus metas individuales y colectivas, en concordancia con la justicia y el bien común". Este plan incluía:

- Un modelo de acción, con valores y principios (biopsicosocial, desarrollo humano, participativo, alta calidad, comunitario)
- Un programa con prioridades y actividades (en atención primaria, de especialidad y urgencia).
- Una red articulada de servicios de salud mental y psiquiatría, con dispositivos comunitarios, ambulatorios y hospitalarios
- El rol protagónico de las organizaciones de usuarios y familiares.
- Mecanismos de financiamiento para el sistema público de salud, con costeo de las actividades prioritarias.

Además, el plan incorporó una Norma Técnica para la Organización de una Red de Servicios de Salud Mental y Psiquiatría, que estableció lo siguiente:

Los Servicios de Salud deberán constituir y desarrollar formalmente una red de servicios de salud mental y psiquiatría en su territorio, la que debe dar forma a un modelo de atención comunitario, en el que un conjunto de recursos asistenciales disponibles, públicos y privados, aborden en forma coordinada e integrada, los problemas de salud mental y enfermedades psiquiátricas de la población existentes en un área geográfica determinada.

La Red de Servicios de Salud Mental y Psiquiatría de cada Servicio de Salud debía incluir, como mínimo, los siguientes componentes estructurales específicos de salud mental y psiquiatría: Centro Comunitario de Salud Mental (Cosam), para áreas con población de alrededor de 50.000 habitantes; Unidad Clínica de Psiquiatría y Salud Mental Ambulatoria, ubicada en un Centro de Referencia de Salud (CRS), Centro de Diagnóstico Terapéutico (CDT) u Hospital General de alta o mediana complejidad; Servicio Clínico de Psiquiatría de Corta Estadía (hospitalización no superior a 60 días), ubicado en un hospital de alta o mediana complejidad; hospital de día, adosado y con dependencia administrativa de una Unidad Clínica de Psiquiatría y Salud Mental Ambulatoria o de un Servicio Clínico de Psiquiatría.

Los Servicios de Psiquiatría de Corta Estadía prestarían servicios para el manejo de

episodios agudos y actividades de psiquiatría de enlace y psicología de la salud con otros Servicios Clínicos, recibirían pacientes derivados por el equipo de salud mental y psiquiatría ambulatoria de otros servicios clínicos del hospital. Se definió un Estándar Nacional de Referencia: 1 cama por cada 5.000 a 7.000 adultos beneficiarios. Además, se indicó que todos los hospitales de alta complejidad del país deberían contar con Servicios de Psiquiatría.

Lo anterior implicaba transformar el modelo de atención psiquiátrica desde un modelo asilar hacia un modelo de atención integral, hospitalización de corta y mediana estadía, con énfasis en el desarrollo de la atención ambulatoria, comunitaria, cercana al lugar de residencia de la población.

Esto apuntaba a la tarea de desarrollar una red de salud mental inserta en la red de salud general, con niveles de resolutivez definidos, flujos y articulación conjunta, con criterios de derivación y soportes de la especialidad, de acuerdo al grado de complejidad de los usuarios.

Adicionalmente el plan señalaba a desinstitucionalizar y mejorar la calidad de vida de las personas recluidas en las unidades de larga estadía.

Se debía, además, implementar respuestas de atención a problemas prioritarios de salud mental de acuerdo a los avances farmacológicos y terapéuticos mundiales.

Como se ha visto en el presente estudio, el sistema sanitario chileno está en un gran proceso de renovación y actualización de su

red de hospitales, proceso que ha incluido las definiciones programáticas del programa de salud mental, al incluir en la nueva infraestructura sanitaria, unidades de hospitalización para personas con trastornos psiquiátricos agudos (adultos e infanto-juveniles), permitiéndoles acceder al conjunto de las prestaciones y recursos disponibles en el nivel terciario de atención en todas las áreas de la medicina.

Básicamente, la mayoría de los proyectos hospitalarios en ejecución cuentan con Unidades de Psiquiatría de corta estadía en un formato de 20 camas para adulto y 10 camas para pacientes adolescentes (infanto-juveniles), siguiendo el formato de PMA (Programa Médico Arquitectónico) del Minsal. En algunos establecimientos se incorpora el dispositivo de Hospital de Día. Todos estos dispositivos operan coordinadamente con los Cosam (Centro Comunitario de Salud Mental) y otros nodos de la red de salud mental ambulatoria.

En el caso de la Unidades de Hospitalización de Corta Estadía, estas se insertan en la red hospitalaria, para hacerse cargo del paciente psiquiátrico que, para resolver episodios agudos, necesita de cuidados clínicos de atención cerrada, cuidados que no puede brindarse en la comunidad, requiriéndose un cuidado de alta intensidad y con un nivel mayor de protección en un periodo de tiempo acotado.

Estas unidades de hospitalización de Psiquiatría contribuyen también a la continuidad de la atención en una red territorial integrada, como un dispositivo de apoyo al rol central que cumple el Centro de Salud Mental.

# Resumen

Del programa de 74 proyectos hospitalarios

21

hospitales  
construidos

19

proyectos  
en ejecución

34

proyectos en  
procesos para  
su ejecución



3

son los hospitales que  
finalizarían su ejecución  
hacia 2027



- Fricke (2ª etapa).
- HUAP (2ª etapa).
- Puerto Varas.

MMUS\$631

es la mayor inversión  
que se realizará en  
un proyecto.

Esta corresponde al Hospital  
Sóterco del Río (Puente Alto).



1.219

camas es lo que se proyecta para  
el Hospital Grant Benavente en  
Concepción, lo que implicaría una  
inversión de US\$ 760 millones.





# CÁRCELES



## Resumen Ejecutivo

Una de las preocupaciones más recurrentes de la población durante las últimas dos décadas ha sido la delincuencia, junto a la salud y la educación. Así lo revela la evolución del índice de victimización elaborado por Fundación Paz Ciudadana, que en 2016 indica que en más del 40% de los hogares, alguno de sus miembros había sido víctima de algún robo. Como un mecanismo para enfrentar esta situación, los distintos gobiernos han generado estrategias de carácter punitivo, lo que ha generado altas tasas de población penal manteniendo el hacinamiento, así como un fuerte crecimiento de los costos, llegando a representar cerca del 0,25% del PIB, uno de los más altos de Latinoamérica<sup>1</sup>. Este mecanismo de dar respuesta a dicha problemática social bajo el esquema de internación en cárceles ha sido la tónica de los gobiernos en este período, sin que exista evidencia entre la disminución de los delitos y esta práctica<sup>2</sup>.

Asimismo, durante este período el Estado de Chile ha reafirmado su interés por seguir las directrices y recomendaciones que los distintos organismos internacionales han impulsado: Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (1975); Convención Americana de Derechos Humanos (Pacto de San José de Costa Rica 1990) relacionada con la segregación de los internos; Relatoría sobre los Derechos de las Personas Privadas de Libertad (2004) de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; Reglas de Bangkok (2011) o relacionadas al Trato de la Mujeres Reclusas; Reglas Mínimas de las Naciones Unidas sobre las Medidas No Privativas de la Libertad

(Reglas de Tokio, 2012); Reglas Mínimas de las Naciones Unidas para el Tratamiento de los Reclusos ("Reglas Mandela", Mayo 2015); entre otras iniciativas. Gran parte de ellas en su esencia procuran recuperar la dignidad del trato a los reclusos, así como dar un fuerte impulso a la reinserción social y laboral.

En este contexto, el sistema penitenciario de Chile ha sufrido una dinámica compleja en términos de la factibilidad de dar cumplimiento a las recomendaciones que emanan de esos acuerdos y experiencias a nivel internacional respecto a estándares mínimos de habitabilidad de las personas privadas de libertad en todas sus modalidades. En efecto a comienzos de la década de los '90, se inició una discusión acerca de cómo acercar estos estándares a la realidad económica y política del país. Al mismo tiempo, se comenzó el análisis acerca de la modalidad de resolver esta necesidad en el sistema judicial, de manera de incorporar mayores elementos de transparencia, así como cambiar el modelo existente hacia otro con mayor celeridad en los procesos y con mejor defensa de los derechos de las personas.

En el área de las políticas penitenciarias, a comienzos de la década de los '90 quedó claro que la inexistencia de políticas en materia de reinserción social junto a los niveles de hacinamiento extremo existentes en los penales, y la ausencia de estrategias de segregación de los presos en razón de su peligrosidad y compromiso delictual, llevaban a que habitualmente los recintos penitenciarios tuvieran nulo impacto en la rehabilitación y reinserción de los internos.

1. Jaitman, 2015 (datos 2011 y 2012).
2. Levitt, 1996; Duclauf y Nagin, 2011; Paz Ciudadana, 2016.

**Desde comienzos de los '90 existe consenso de que la inexistencia de políticas de reinserción, el hacinamiento extremo y la ausencia de estrategias de segregación de presos hacen que los recintos penitenciarios tengan nulo impacto en la rehabilitación.**



Por ello, no es de extrañar que, a partir de la Reforma Procesal Penal, la tendencia de la demanda de establecimientos penitenciarios cerrados haya sido creciente, alcanzando un máximo en el año 2010 de casi 55 mil reclusos en régimen cerrado. Esta situación llevó, por un lado, a un aumento de las tasas de hacinamiento en ese tipo de establecimientos y, por otro, a una preocupación importante a nivel político y gubernamental por la eficacia de las medidas y modificaciones establecidas por la propia Reforma desde el punto de vista de la rehabilitación, cuestionando la efectividad de estas medidas.

En la actualidad existen en todo el país 84 establecimientos penitenciarios cerrados, con alrededor de 40.368 plazas y una tasa de ocupación promedio de 106,6%. Al aplicar un estándar de habitabilidad equivalente al de diseño original de los establecimientos concesionados de la década pasada, esto es 29,5 m<sup>2</sup> por interno, el cual estaría dentro de los rangos recomendados por organismos internacionales especializados en estas materias (Cruz Roja y Nacro), se puede establecer la presión por nuevas inversiones para incrementar la superficie construida para cubrir dicha brecha. En el presente informe se han estudiado 3 fuentes principales de brechas:

- Por diferencia entre el número de plazas disponibles y el número de internos.
- Por proyección de la población.
- Por obsolescencia de la infraestructura.

Entendiendo que la demanda por servicios penitenciarios es de complejo análisis multifactorial, el informe se centra en aquellas variables que inciden directamente en su cuantía al menos en el corto y mediano plazo. Para la proyección se han considerado dos elementos tradicionalmente utilizados para estos efectos: la tasa de encarcelamiento y la proyección de la población. El primero recoge la síntesis de

factores que incide directamente en la proyección de la demanda, por ello se ha considerado pertinente analizar una variabilización de la tasa de encarcelamiento, en atención a las medidas legislativas, administrativas y políticas previstas para el próximo período presidencial que se inicia, las que debiesen propender a un crecimiento moderado de los factores que inciden. En ese sentido esta proyección variable se ha construido a partir de la consideración de 2 elementos claves en el origen de la demanda: las denuncias de delitos y la capacidad de gestión de la Fiscalía, medida esta última sobre las causas terminadas con salida judicial, estimándose que dentro de estas podrían entenderse comprendidos aspectos relevantes como son las iniciativas regulatorias en curso, así como aquellas relacionadas con el mejoramiento de la gestión investigativa de las policías. En este contexto, si se asume que las tasas de encarcelamiento observadas actualmente variarán debido al mejoramiento de la confianza de la población en efectuar las denuncias, motivado por un progreso sostenido de la gestión asociada al proceso judicial (policías, Fiscalía, Gendarmería, entre otros), acompañado de iniciativas legales y normativas que ayuden a la persecución penal, así como a la implementación de políticas en favor de la reinserción social y laboral efectiva, se estima un déficit al año 2027 de unas 20 mil plazas lo que implica una inversión estimada de MMUS\$ 1.072 para el período 2018-2027. Ahora bien, si se consideran que dentro de este decenio pueden estar implementados los proyectos de La Laguna, El Arenal y Calama, esta demanda podría descender a los MMUS\$ 975. En ambos casos por la presión de la demanda o por la obsolescencia de las actuales instalaciones, estos requerimientos de capital resultan imprescindibles efectuar en el próximo quinquenio, para lo cual el próximo gobierno entrante tendrá una importante y decisivo papel en su implementación, así como en las medidas de mejoramiento de la gestión al interior de Gendarmería de Chile.

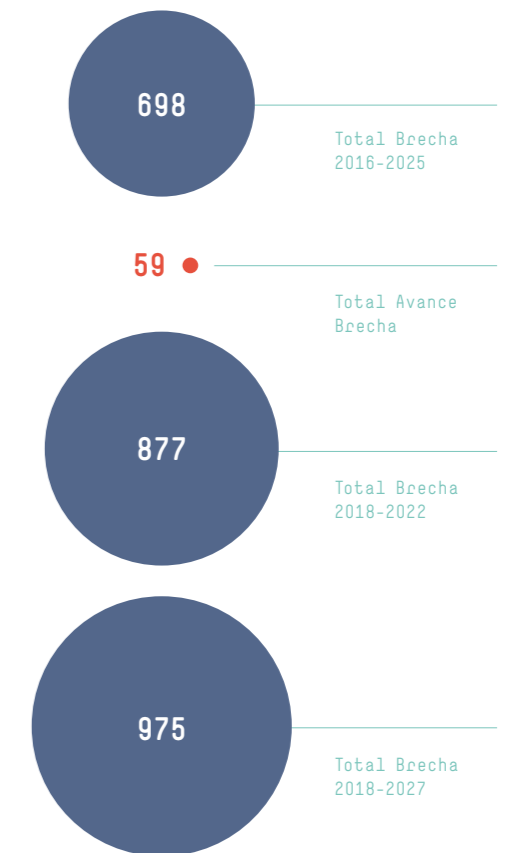
\*Supone la creación de tres proyectos nuevos durante el decenio. Tasa de encarcelamiento variable.  
Fuente:  
Elaboración propia.

### Avance 2016-17 y Requerimientos de inversión 2018-2027 (MMUS\$)

> TABLA 12.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$)			
	AVANCE BRECHA ANTERIOR		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	2016-2025		2018-2022	2018-2027
	INICIAL	AVANCE		
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	304	21	307	307
Requerimientos por incremento de población	168	36	81	160
Reposición por obsolescencia	226	3	489	508
<b>TOTAL</b>	<b>698</b>	<b>59</b>	<b>877</b>	<b>975</b>

Respecto del avance informado con respecto de las iniciativas mostradas en el informe anterior de 2016 que involucraba una inversión de MMUS\$ 526, hoy incrementada a MMUS\$ 816, por la diferencia debido al incremento de los presupuestos en construcción de los recintos de El Arenal de Copiapó, Calama y La Laguna de Talca. Respecto de la cifra original solo se aprecia una ejecución de unos MMUS\$ 59<sup>3</sup>, lo que representa un 8% de avance de acuerdo con la brecha a nivel agregada. Esto evidencia que, si bien varios proyectos han avanzado, representando un moderado mejoramiento respecto de la situación estacionaria observada en el último quinquenio en la construcción de establecimientos penitenciarios de gran tamaño, aún resulta insuficiente considerando las brechas existentes.



3. Fuente: Fichas BIP de MIDESO.

# Reseña del Sector

## Marco Normativo

Entendiendo que la demanda efectiva por estos servicios públicos depende eminentemente del comportamiento criminológico de la población, esta también se verá alterada por el marco regulatorio que impere (jurídico y procedimental). En efecto, a continuación, se presentan las principales regulaciones que definen el nivel de demanda por plazas en recintos penitenciarios cerrados, así como los proyectos de ley, iniciativas y corrientes de opinión que se vislumbran en la actualidad y que en un horizonte de 10 años pudiesen incidir en la cuantificación de la demanda.

### Marco Jurídico

Desde la entrada en régimen de la Reforma Procesal Penal a fines de la década pasada, ha existido consenso en la conveniencia de contar con medidas alternativas a la reclusión, así como también tipificación de delitos y estrategias en favor de la reinserción social. A continuación, se individualizan algunas de las regulaciones legales que se considera que demandan servicios de infraestructura penitenciaria, ya sea a consecuencia de la modulación de las penas o, en particular, debido a que ellas requieren de establecimientos penitenciarios cerrados.

514

### Cambios en regulaciones que afectan los Servicios Penitenciarios bajo Atención Cerrada

> TABLA 12.2

CUERPO LEGAL	ALCANCE	IMPACTO
Modificación del D.L. 321(1925/2011)	Fija los criterios para el otorgamiento de la libertad condicional, derivando en un aumento de la población penal beneficiada.	↓
Ley 20.587(2012)	Modifica el régimen de libertad condicional y establece, en caso de multa, la pena alternativa de trabajos comunitarios. La reforma establecida por este cuerpo legal buscaba mitigar la sobrepoblación y el hacinamiento que caracteriza al sistema penal chileno, características que evidentemente no generan condiciones higiénicas básicas, que favorezcan la promoción de una correcta rehabilitación y posible reinserción del interno a la sociedad.	↓
Ley 20.603 (1983) que modifica la Ley 18.216 (2013)	Establece medidas alternativas a las penas privativas o restrictivas de libertad. Las penas sustitutivas son aquellas que un tribunal establece, previa constatación de ciertos requisitos legales, en sustitución de una pena privativa o restrictiva de libertad (cárcel).	↓
Ley 20.931(2016)	Facilita la aplicación efectiva de las penas establecidas para los delitos de robo, hurto y receptación, y mejora la persecución penal en dichos delitos, haciendo, además, de manifiesto la necesidad de considerar el proceso de reinserción social en el desarrollo de los proyectos de inversión en infraestructura carcelaria.	↗
Ley 21.013 (2017)	Tipifica un nuevo delito de Maltrato y Aumenta la Protección de Personas en Situación Especial, y a otros grupos vulnerables, sancionando el maltrato infantil.	↑

Fuente:  
Elaboración propia.

### Cambios al Código Penal

Como hemos visto la demanda por servicios penitenciarios depende entre otros aspectos del marco jurídico, en especial en lo relativo a aquellos cuerpos legales que determinan penas que se asocian a encarcelamiento en establecimientos cerrados. En ese sentido, en los últimos 2 periodos presidenciales se han presentado modificaciones al Código Penal, sin avances efectivos como se verá a continuación, iniciativas que podrían afectar potencialmente la demanda actual de internos, debido a que tienden a precisar las calificaciones de delitos vigentes, así como tipificar otros no existentes.

Actualmente existe un proyecto de ley ingresado al Senado, en relación a un nuevo Código Penal en marzo del año 2014, el cual no ha tenido tramitación ni avance legislativo, habiendo sido elaborado por el Gobierno del Presidente Piñera.

Posteriormente, el actual Gobierno de la Presidenta Bachelet ha desarrollado un anteproyecto con propuestas de modificaciones al Código Penal, como parte de los compromisos del programa de su gobierno, los que apuntan a precisar penas y procedimientos de aplicación, modificación de catálogo de penas, entre otros.

Asimismo, a noviembre de 2017 existían una infinidad de otras iniciativas parciales que modifican el Código Penal aún en trámite en ambas cámaras.

### Programa de Gobierno Presidente electo Sebastián Piñera (2018-2022)

El programa de gobierno del reciente presidente electo Sebastián Piñera ha considerado un conjunto de directrices en el ámbito de la Seguridad Ciudadana. En el contexto del presente informe, se identifican aquellas

directrices y lineamientos de su programa de gobierno que podrían afectar la demanda de servicios penitenciarios, así como el desarrollo de la infraestructura de establecimientos penitenciarios.

En el ámbito de la Seguridad Ciudadana, específicamente, se plantean 7 líneas de acción:

- Modernización administrativa y operativa de las policías.
- Fortalecimiento de la acción del Estado en la prevención del delito.
- Combate al narcotráfico y al crimen organizado.
- Inteligencia al servicio de la seguridad pública.
- Política contra el terrorismo interno y reformas de la ley antiterrorista.
- Política Nacional de Control de Fronteras.
- Asistencia integral de víctimas de delitos.

515

Por su parte, en el ámbito de la administración de la justicia, las directrices que guían el programa:

- Reforma Procesal Civil.
- Justicia vecinal.
- Política penitenciaria.
- Nuevo Servicio Nacional de Reinserción Social Juvenil.
- Nuevo Código Penal y evaluación de la Reforma Procesal Penal.

Estas directrices se soportan en medidas y acciones concretas que se indican en la tabla siguiente, junto al impacto esperado en servicios penitenciarios.

**Principales Medidas en relación a Seguridad Ciudadana del Programa del Presidente Piñera 2018-2022 y su impacto sobre los Servicios Penitenciarios**

> TABLA 12.3

DIRECTRIZ / MEDIDA	IMPACTO SERVICIOS PENITENCIARIOS		IMPACTO
Fortalecimiento de las capacidades policiales en la persecución penal, especialmente en el caso de las primeras diligencias, las medidas cautelares y la investigación	Reducción de declaración de detenciones ilegales	Mediano Plazo	↗
	Mejor información y oportunidad para la fijación de medidas cautelares	Mediano Plazo	↗
	Mejoramiento de la calidad y oportunidad de las pruebas	Mediano Plazo	↗
Fortalecimiento de la acción del Estado en la prevención del delito, que apunta a la implementación de un Plan Nacional de Seguridad Pública 2018-2022	Foco en la Prevención: Tramitación de Ley de Prevención de la Violencia y el Delito	Mediano y Largo Plazo	↓
	Foco en la Educación y Prevención: Plan Comunal	Mediano y Largo Plazo	↓
Combate al narcotráfico y al crimen organizado	Mayor celeridad en las policías	Corto y Mediano Plazo	↑
Política contra el terrorismo interno y reformas de la ley antiterrorista		Mediano y Largo Plazo	↑
Justicia vecinal	Gestión local focalizada de causas de baja complejidad o cuantía	Corto y Mediano Plazo	↓
Política penitenciaria	Revisión de procesos y orgánica	Corto y Mediano Plazo	→
	Ley sobre ejecución de penas y separar las funciones de custodia y reinserción	Mediano y Largo Plazo	↑
	Implementación de planes de reinserción social y laboral	Mediano y Largo Plazo	↓
Nuevo Código Penal y evaluación de la Reforma Procesal Penal	Mejorar la coordinación entre policías, fiscales y jueces, para incrementar la eficacia de la persecución penal	Mediano y Largo Plazo	↗
	Incorporación de delitos reconocidos en los últimos años	Mediano y Largo Plazo	↑

Fuente: Elaboración propia en base al Programa de Gobierno del Presidente Sebastián Piñera.

- Investigaciones como la de Robinson y Crow (Offender Rehabilitation: Theory, research and practice, Sage, 2009), y Fundación Paz Ciudadana, 2015]. Reinserción social y laboral de infractores de ley: Estudio comparado de la evidencia], señalan que la sobrepoblación penitenciaria, sobrepone los esfuerzos de control por sobre los de reinserción.
- Fundación Paz Ciudadana: Propuestas en seguridad y justicia. Periodo Presidencial 2018-2022.

Si bien la tabla anterior refleja varias medidas donde es posible prever una mayor demanda por servicios penitenciarios, su impacto en la demanda debiese ser moderado. En efecto, uno de los hilos conductores del programa es el mejoramiento de la gestión a nivel de las policías y gendarmería, el primero busca ser más eficaces en las diligencias post denuncia así como en trabajos de inteligencia prospectivos, por lo tanto esto podría colaborar en una reducción general de los tiempos de procesamiento de los imputados, así como incidir en un aumento de las salidas judiciales a los términos de las causas, objetivo deseado en un sistema judicial que da respuesta a las legítimas demandas ciudadanas de manera oportuna y eficaz dentro del marco legal vigente. Por otra parte, esta mejoría en la gestión investigativa debiese producir también una reducción moderada del volumen actual de imputados desconocidos, el que representa el 58% de las causas. Si bien también se promueven iniciativas legislativas, éstas apuntan a precisar penas y tipificar nuevos delitos, debiendo ser de un impacto moderado en el mediano plazo, desde la perspectiva de cambios en el patrón de comportamiento de la demanda por servicios penitenciarios cerrados.

Finalmente cabe destacar que en el ámbito del desarrollo de infraestructura en general, el programa de gobierno coloca un especial acento en la resiliencia en la construcción para enfrentar el cambio climático. Asimismo, en relación a los mecanismos de desarrollo de infraestructura social, el programa de gobierno se muestra abierto en general a utilizar los mecanismos de Asociación Público-Privada para su implementación. Específicamente respecto de la infraestructura penitenciaria se relevan "medidas para mejorar las condiciones de la población penal y retomar la construcción de las cárceles que han quedado en olvido, como las de Talca y Copiapó".

**Otras iniciativas y propuestas de actores relevantes**

Existe consenso a nivel del país que adicionalmente a la falta de condiciones de habitabilidad y de seguridad en cárceles para los reclusos, la cárcel es un lugar de violencia, donde no se dan condiciones para la reinserción social de los mismos. Por lo tanto, se insta a hacer un uso más racional de la infraestructura, reservándola a aquellas personas que efectivamente representen un riesgo para la sociedad, como también intensificar e implementar medidas de segregación de los establecimientos, lo que debiese no solo permitir mejorar el flujo de reclusos, sino que también incidir en aquéllos que se encuentran en el stock actual cumpliendo pena, de modo de favorecer condiciones de reinserción<sup>4</sup>. Asimismo, la revisión de las actuales estrategias de reinserción social y laboral, tanto dentro de los establecimientos penitenciarios, como también en el ámbito externo parecen un imperativo, de modo de reducir la reincidencia, que sumado a mayores cuotas de transparencia y *accountability* debiesen ir gestando un camino favorable hacia una sociedad que se sienta de manera efectiva más segura.

En ese sentido diversas corrientes de opinión, entre ellas el presidente de la Corte Suprema y Paz Ciudadana<sup>5</sup>, han manifestado la necesidad de propiciar una ley sobre ejecución de penas, que procure objetivar la administración de las mismas en juzgados especializados, como parte de las medidas que apuntan a reducir arbitrariedades y se aplique justicia de forma cabal, así como también emprender una profunda y persistente revisión de los programas de reinserción social. Ello evidencia que este tema es un ámbito de nuestra sociedad que está aún lejos de alcanzar un consenso, lo que incidirá tanto en las condiciones físicas (estándar) como la disponibilidad de plazas con las que se aborde dicho ideario.

## Desarrollo Infraestructura Penitenciaria

### Situación General

El desarrollo de la infraestructura penitenciaria en las últimas tres décadas se puede dividir en tres periodos o etapas:

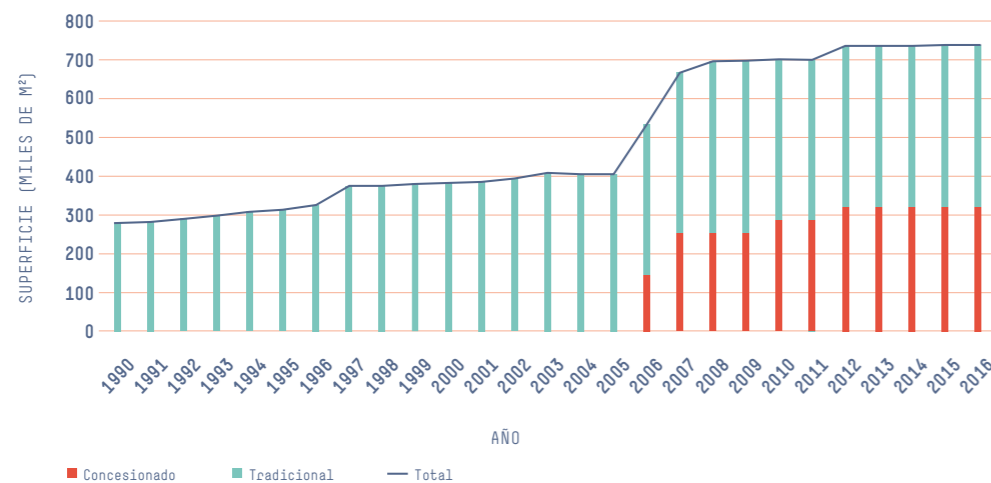
- A.** 1990–2005: Prácticamente estable sin aumentos significativos de infraestructura, salvo el año 1997 en que se construyó el CP de Arica y Valparaíso.
- B.** 2006 – 2012: Desarrollo de la infraestructura concesionada, aparecen grandes establecimientos (Grupo 1: Alto Hospicio, La Serena y Rancagua; Grupo 3: Santiago 1, Valdivia y Puerto Montt; y tardíamente el Grupo 2: Antofagasta y Biobío), todas estructuradas durante el Gobierno del Presidente Lagos.

- C.** 2013–2017: Sin desarrollo de infraestructura.

En la actualidad, la infraestructura concesionada representa el 49,5% de la superficie construida, aportando igual proporción de la oferta de plazas actuales. Durante los 2 últimos gobiernos, de la Presidenta Bachelet y del Presidente Piñera, no se optó por desarrollar proyectos por concesiones, solo se efectuaron iniciativas menores por la vía sectorial, salvo el inicio de la construcción del establecimiento penitenciario La Laguna de Talca durante el año 2017. Con la llegada de los proyectos concesionados, se dio un giro a los criterios y estándares de diseño, incorporando una suerte de puesta al día con respecto a las soluciones hasta esa fecha conocidas.

### Evolución de la Superficie de Infraestructura Penitenciaria

> FIGURA 12.1



Fuente: Elaboración propia a base de información de GENCHI y MOP (CCOP).

**Hoy la infraestructura penitenciaria concesionada representa el 49,5% de la superficie construida, y aporta igual proporción de la oferta de plazas actuales.**

### Formulación de proyectos para establecimientos penitenciarios

Como parte del marco normativo resulta relevante para efectos de este informe, conocer algunos aspectos con respecto a la formulación de proyectos de recintos penitenciarios. Gendarmería de Chile es una institución jerarquizada y centralizada con un vínculo directo con el Ministerio de Justicia, a través de la Subsecretaría de Justicia. Parte importante de las iniciativas mayores de inversión se originan en la mencionada Subsecretaría, que coordina a las Secretarías Regionales del Ministerio de Justicia. Esta actúa en la identificación y desarrollo de proyectos de infraestructura a través de su Oficina de Planificación y Presupuesto (Oplap) y, dentro de ella, por medio de la Unidad de Proyectos, coordinada con las áreas de Planificación y Presupuestos de la mencionada oficina. Desarrolla su labor levantando necesidades a nivel regional, coordinada con las Direcciones Regionales de Gendarmería de Chile y formulando proyectos directamente en los casos que lo amerita la complejidad del alcance requerido.

A su vez, Gendarmería de Chile también levanta necesidades de inversión en infraestructura y formula proyectos, los que presenta al sistema nacional de inversiones. La mayor parte de los proyectos levantados por Gendarmería corresponden a reparaciones y mantenimiento de la infraestructura existente, readecuaciones y ampliaciones que resultan necesarias para una mejor operación y segu-

ridad de los penales. En el caso de proyectos mayores presenta sus necesidades al Ministerio de Justicia, los que son canalizados por la referida Oficina de Planificación y Presupuesto.

La evaluación de estos proyectos se efectúa de conformidad a los procedimientos del Sistema Nacional de Inversiones gestionado por el Ministerio de Desarrollo Social, siendo responsabilidad sectorial, en este caso del Ministerio de Justicia, priorizar su cartera y presentarla con los requisitos exigidos por aquel en sus metodologías de inversión.

La evaluación social de estos proyectos se rige por las normas comunes en la materia y, a su vez, el financiamiento de estas iniciativas corre por parte del Presupuesto de la Nación, en concreto por su asignación sectorial a través de la Subsecretaría de Justicia o directamente a Gendarmería de Chile. Los fondos de asignación regional, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), son de menor volumen y, en ocasiones, complementan los fondos de Gendarmería de Chile en iniciativas acotadas de normalización, reparación o readecuación de dependencias penitenciarias en programas de mejoramiento de instalaciones, normalización y adecuación a normas básicas ante emergencias, incendios, normativas sanitarias y ambientales, evacuación y, también, para mantener condiciones de seguridad y operatividad de los recintos penales.

### Marco Presupuestario

Al revisar la evolución de los recursos asignados para la ejecución de centros penitenciarios, se puede apreciar que ellos han venido progresivamente decreciendo tanto en su formulación inicial como en el presupuesto vigente hacia el final de cada año, el que refleja las reasignaciones y cambios presupuestarios realizados con autorización del Ministerio de Hacienda. A su vez, la proporción de los presupuestos anuales que es efectivamente ejecutada ha sido sistemáticamente con un promedio menor al 50% del presupuesto asignado durante el último quinquenio, habiendo tenido su menor valor en el año 2013, para luego subir al 56,0% en el año 2016.

**Los presupuestos anuales han sido sistemáticamente ejecutados por debajo del 50% en los últimos 5 años**

### Presupuesto de Inversiones, Subsecretaría de Justicia, Subtítulo 31 (MMUS\$)

> TABLA 12.4

ÍTEM	2013	2014	2015	2016	2017 (AGOSTO)
Presupuesto de Inversiones Inicial	96	55	46	41	72
Presupuesto Vigente	38	51	34	24	72
Ejecución Presupuestaria	9	21	17	23	34
<b>Ejecución Presupuestaria (%)</b>					
Presupuesto Inicial	9,2%	37,8%	37,6%	56,0%	47,0%
Presupuesto Vigente	22,9%	41,4%	50,4%	95,8%	47,0%

### Cartera de Proyectos

La cartera a nivel de proyectos específicos de Inversión según la información que entrega el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social (Midenso), el que permite conocer el detalle de la ejecución y la etapa de inversión en que se encuentra cada proyecto, complementada con la que entrega mercado público sobre el resultado de las licitaciones. La tabla siguiente da cuenta de esta realidad.

### Cartera de Proyectos de Inversión 2016 y 2017

> TABLA 12.5

PROYECTO	MONTO ESTIMADO EN MMUS\$			SITUACIÓN PRIMER SEMESTRE 2016	SITUACIÓN SEGUNDO SEMESTRE 2017	AÑO TÉRMINO CONSTRUCCIÓN
	TOTAL	EJECUTADO A 2017	DIFERENCIA			
"Construcción recinto modelo de educación y trabajo La Laguna" Talca, Región del Maule, establecimiento para 2.320 nuevas plazas. Código BIP 30112254	149	0	153	En proceso de licitación para ejecución de obras (Registro Especial).	En etapa de construcción de obras (resolución de adjudicación totalmente tramitada en agosto del año 2017).	2020
"Construcción recinto modelo de educación y trabajo El Arenal" Copiapó, Región de Atacama, establecimiento para 1.636 nuevas plazas. Código BIP 30118818	189	0	189	En proceso de licitación para diseño del proyecto.	En etapa de diseño de obras (resolución de adjudicación totalmente tramitada en abril del año 2017).	2021
"Construcción complejo penitenciario de Calama" Región de Antofagasta, establecimiento para 980 internos. Código BIP 30421513	135	0	135	En formulación proyecto de inversión. Ingreso al Banco Integrado de Proyectos de MIDESO.	Obtuvo el RS de MIDESO en agosto de 2017 para el desarrollo de la etapa de diseño.	2024
Terrenos para un nuevo Establecimiento Penitenciario Biprovincial en la Región del Biobío (Chillán-Los Ángeles). No tiene código BIP	100	0	100	Se construiría en comuna de San Carlos, provincia de Ñuble. Se cuenta con 3 sitios aptos.	Han fracasado todas las alternativas de ubicación. Proyecto no ha avanzado.	Cronograma por definir
"Construcción complejo penitenciario femenino Arica". CPF en la Región de Arica que entregará 384 nuevas plazas femeninas. Código BIP 30082252	41	36	5	En proceso de ejecución de obras.	En proceso de ejecución de obras. Presenta más de un 80 por ciento de avance físico de las obras.	2018
Ampliación de Establecimiento Penitenciario de Rancagua en 800 plazas efectivas. No tiene código BIP	1	0	1	Operación vía modificación de Contrato con Concesionaria. No se contaba con recursos financieros por lo que no se llegó a acuerdo.	Negociación de esta modificación de contrato pendiente.	—
Habilitar el Establecimiento Penitenciario de Alto Hospicio para un máximo de 300 plazas femeninas (y una sala cuna), que debió trasladarse por efecto del terremoto del año 2014, no aumentando la capacidad del EP. No tiene código BIP	0	0	0	Operación vía modificación de Contrato con Concesionaria. En desarrollo de obras.	El Decreto Supremo que formaliza dicha modificación está en trámite administrativo. No se ha considerado Sala Cuna en las obras.	2016

Fuente: Elaboración propia a base de información DIPRES. Cifras en millones de dólares de cada año.

Continúa

PROYECTO	MONTO ESTIMADO EN MMUS\$			SITUACIÓN PRIMER SEMESTRE 2016	SITUACIÓN SEGUNDO SEMESTRE 2017	AÑO TÉRMINO CONSTRUCCIÓN
	TOTAL	EJECUTADO A 2017	DIFERENCIA			
Reposición del CCP de Concepción en lo que respecta a instalaciones y estructura. Código BIP 30100041	44	19	25	En ejecución de diseño del proyecto, que contempla un total de 1.608 plazas, aportando 544 plazas extras a la Región del Biobío. Esta obra tiene fecha de entrega el 24 de marzo de 2018.	Sin Información.	2018
Finalizar la ampliación del CDP de Quillota con 108 nuevas plazas. Código BIP 30083077	2	2	0	La ampliación de la sección femenina fue habilitada y puesta en funcionamiento.	—	2016
Terrenos para nuevos Establecimientos Penitenciarios en las regiones de Valparaíso y Aysén (Coyhaique).	137	0	137	Se sigue en la búsqueda de terrenos. Se ha mantenido el trabajo en conjunto con el Ministerio de Justicia con la finalidad de afinar el proyecto para Coyhaique.	Sin Información.	Cronograma por definir.
Reposición y Reparación de CCP de Parral (Región del Maule). Código BIP 30099967	3	3	0	En ejecución de obras.	Unidad penal operativa y puesta en marcha en el segundo semestre del año 2016, la unidad penal tiene una capacidad según diseño de 108 plazas (24 Internas y 84 internos).	2016
Reposición y Reparación de CDP de Mulchén (Región del Biobío). Código BIP 30099969	8	0	8	Tras declararse la licitación desierta (segunda vez) se espera pronunciamiento del Servicio de su continuidad.	Proyecto en etapa de reevaluación. No se ha realizado una nueva licitación.	Cronograma por definir.
<b>TOTALES</b>	<b>816</b>	<b>59</b>	<b>756</b>			

Fuente: Elaboración propia a base de Banco Integrado de Proyectos de Midenso, mercado público, ministerios de Justicia y Obras Públicas, y Genchi.

La infraestructura concesionada representa el 49,5% de la actual superficie construida en Chile, aportando igual proporción de la oferta de plazas actuales. Durante los 2 últimos gobiernos\* no se desarrollaron proyectos a través de concesiones, solo se efectuaron iniciativas menores por la vía sectorial. \*(2010-2014 y 2014-2018)

## Experiencia internacional y Escenario Futuro

### La Crisis Penitenciaria a Nivel Global

La revisión de literatura<sup>6</sup> relacionada con prisiones a nivel mundial, permite verificar que la gran mayoría de los sistemas penitenciarios se encuentran en crisis, lo que tiene consecuencias directas sobre las personas encarceladas, sus familias y la comunidad en general.

Según la información más reciente la mayoría de los sistemas penitenciarios de América Latina presentan sobrepoblación promedio del 160%<sup>7</sup>, siendo la situación de Bolivia, Perú, Paraguay, Brasil y Venezuela las más alarmantes.

Esta cruda realidad en muchos países, más allá de no acercarse a los estándares internacionalmente recomendables<sup>8</sup>, afecta el fin último de la pena privativa en prisión que es proteger a la sociedad frente al delito y dar una oportunidad a los encarcelados de rehabilitarse nuevamente en la sociedad. Los elementos de diagnóstico que se observan en la mayoría de los países se repiten, transformándose en un complejo problema de carácter multifactorial: crecimiento de la población encarcelada y por tanto del hacinamiento, transformándose en "escuelas del delito"; altos costos, no solo por la operación de estos establecimientos, sino que por el impacto económico en las respectivas familias; infraestructura deficiente e inadecuada; deficiente gestión; falta de políticas públicas que apoyen decididamente la rehabilitación y reinserción social y laboral de los internos, entre otros factores.

En este sentido, también la literatura explica el exceso de hacinamiento a partir de diversas causas, tales como: proceso de justicia penal ineficientes; políticas de justicia penal punitivas y abuso del encarcelamiento; uso excesivo y abusivo de la detención preventiva; falta de medidas y sanciones no privativas de libertad; ausencia o insuficiencia de políticas y programas de reinserción social; ausencia

de programas de acompañamiento en libertad; condiciones inadecuadas de la infraestructura y su capacidad; entre otros.

Cada vez se reconocen más las deficiencias del encarcelamiento como respuesta a los problemas sociales, y la creciente aceptación de que muchos de estos problemas se pueden abordar más eficazmente fuera del ámbito de la justicia penal. Sin embargo, dada la complejidad de esta dimensión multifactorial, las acciones de mejora debiesen ir más allá de la gestión penitenciaria, involucrando a los principales actores del sistema: políticos, gobierno, policía, poder judicial, empresariado, entre otros. Las diversas experiencias a nivel mundial muestran que no existe un solo conjunto de factores que explique el uso excesivo del encarcelamiento, y por tanto no existe una única fórmula para enfrentar esta crisis antes descrita. No obstante, se verifica la existencia de ciertas acciones de gestión y otras de políticas públicas que podrían ayudar a mitigar esta problemática:

- Revisión de procesos de otorgamiento de la justicia, incluyendo el acceso y los mecanismos de defensa pública.
- Revisión de las penas y su administración.
- Revisión de las políticas de prisión preventiva y de drogas.
- Incrementar el uso de medidas sustitutivas de la detención y el encarcelamiento.
- Mejorar las condiciones de reclusión incluyendo una revisión de la capacidad de los actuales establecimientos.
- Potenciar políticas de reinserción social y laboral.
- Apoyar programas de reintegración social para las personas privadas de libertad tras su liberación.

6. "Abordando la crisis penitenciaria a nivel global Estrategia 2015-2017", UNODC; "Hacinamiento Penitenciario en América Latina: Causas y Estrategias para su Reducción", María Noel Rodríguez, Comisión Nacional de los Derechos Humanos, México, 2015; "Prison, Evidence of its use and over-use from around the world", Jessica Jacobson, Catherine Heard and Helen Fair, Institute for Criminal Policy Research, 2017.

7. Fuente: basado en <http://www.prisonstudies.org>

8. Reglas Mandela y otras

9. World Prison Brief.

### Ranking de Población Carcelaria Cerrada en Sudamérica

> TABLA 12.6

RANKING	PAÍS	POBLACIÓN (MILES)	TASA DE ENCARCELACIÓN	RANKING TASA DE ENCARCELACIÓN
1	Brasil	658	301	1°
2	Colombia	116	244	6°
3	Perú	85	242	7°
4	Argentina	73	160	11°
5	Venezuela	55	178	9°
<b>6</b>	<b>Chile</b>	<b>44</b>	<b>247</b>	<b>5°</b>
7	Ecuador	26	162	10°
8	Bolivia	15	122	13°
9	Paraguay	13	158	12°
10	Uruguay	11	291	2°
11	Guyana	2	259	4°
12	Surinam	1	183	8°
13	Guayana Francesa	1	277	3°

**El índice de ocupación del sistema penitenciario chileno es de 110%. Eso lo sitúa en el lugar N° 11 de Sudamérica, cuyo promedio es de 160%.**

### Algunas cifras comparativas

A nivel sudamericano Chile se encuentra ubicado en el sexto lugar en cuanto a número de personas encarceladas según las cifras disponibles del World Prison Brief a octubre de 2017, mientras que, respecto a la tasa de encarcelamiento por cada 100.000 habitantes, nuestro país ha descendido un escalón ocupando el quinto lugar, respecto del informe anterior. Por su parte en un ámbito global Chile alcanza el lugar N° 43 en el ranking mundial, según esta misma fuente.

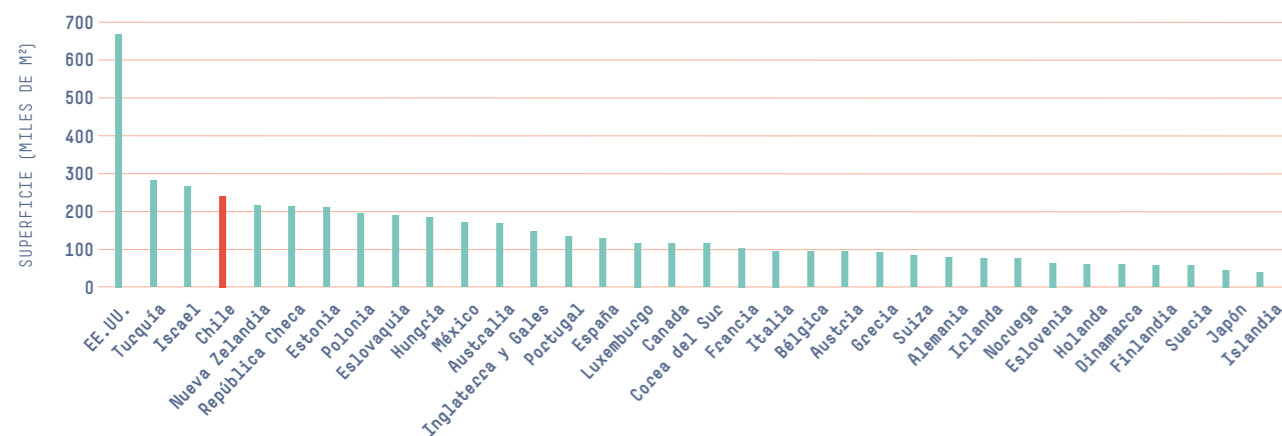
Fuente: Elaboración propia a base de World Prison Brief.

Ahora bien, con respecto a los países pertenecientes a la OCDE, Chile se encuentra en el cuarto lugar entre los que poseen una mayor tasa de encarcelación, solo detrás de Estados Unidos, Turquía e Israel, según cifras del año 2015 del WPB<sup>9</sup> (en el informe anterior estaba en tercer lugar).



**Tasa de Encarcelamiento por 100.000 habitantes en países OCDE**

> FIGURA 12.2



Fuente: Elaboración propia a base de <http://www.prisonstudies.org>

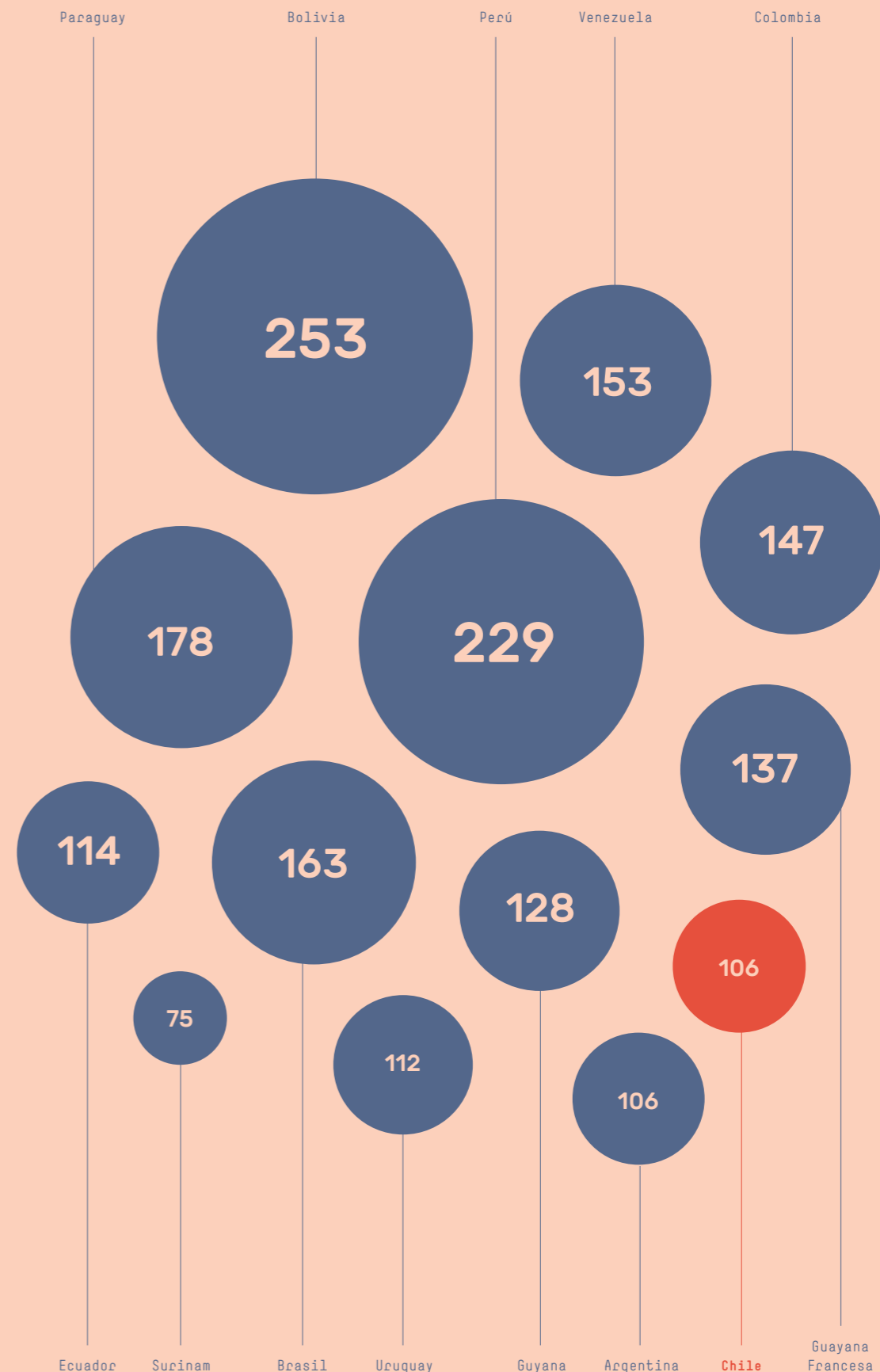
526

Desde el punto de vista del Índice de Ocupación de los Establecimientos Carcelarios, Chile ocupa el lugar N° 11 de Sudamérica (en el informe anterior estaba en el N° 10)<sup>10</sup>, con un porcentaje de ocupación de 110,9% según World Prison Brief, ranking que se mantiene si se considera las cifras actualizadas de Chile al mes de agosto del año 2017 cuyo porcentaje de ocupación es de 106,9%. La tabla siguiente muestra la tasa de sobreuso de los países de Sudamérica. Llama la atención los cambios respecto al informe anterior, en que Venezuela estaba en el primer lugar con un porcentaje superior a 269%, y ahora bajó al quinto, con 153,9%. Brasil subió dos lugares, mientras Uruguay sobrepasó a Chile al subir casi 3 puntos porcentuales este indicador.

**Proporción de Sobreuso, Establecimientos Penitenciarios de Sudamérica > TABLA 12.7**

RANKING	PAÍS	% DE SOBREUSO
1	Bolivia	253,9
2	Perú	229,3
3	Paraguay	178,6
4	Brasil	163,9
5	Venezuela	153,9
6	Colombia	147,8
7	Guayana Francesa	137,0
8	Guyana	128,8
9	Ecuador	114,4
10	Uruguay	112,1
11	<b>Chile</b>	<b>106,9(*)</b>
12	Argentina	106,2
13	Surinam	75,2
<b>PROMEDIO</b>		<b>160,2</b>

[\*] Genchi a agosto 2017.  
Fuente: Elaboración propia a base de información de World Prison Brief.



10. Fuente: ICD- Capítulo 12 de Cárcenes, 2015

11. Fuente: Fichas BIP de MIDESO.

# Situación actual y diagnóstico

## Progreso brecha 2016-2025

Al revisar el avance informado con respecto de las iniciativas mostradas en el informe anterior de 2016 que involucraba una inversión de MMUS\$ 526, hoy incrementada a MMUS\$ 816 según se ha indicado en la Tabla N° 12.5 anterior, por la diferencia ya explicada debido al incremento de los presupuestos en construcción de los recintos de El Arenal de Copiapó, Calama y La Laguna de Talca. Respecto de la cifra original solo se aprecia una ejecución de unos MMUS\$ 59<sup>11</sup>, lo que representa un 11%, evidenciando que, si bien varios proyectos han avanzado, representando un moderado mejoramiento respecto de la situación estacionaria observada en el último quinquenio en la construcción de establecimientos penitenciarios de gran tamaño, aún resulta insuficiente considerando las brechas existentes. Según se indicó en el informe anterior

de 2015, las brechas al 2025 se proyectaban en unas MMUS\$ 698, por lo tanto, la ejecución presupuestaria solo implicaría una reducción del 8,5%. En efecto, La Laguna de Talca para más de 2.300 internos, inició su etapa de construcción recientemente por la vía tradicional, y El Arenal de Copiapó, que está actualmente en etapa de diseño a partir del primer semestre de 2017, el cual probablemente presentará un financiamiento también sectorial. Adicionalmente Mideso ha autorizado el desarrollo del proyecto de Calama, lo que permitiría iniciar su diseño en el próximo año. Sin embargo, es claro que aún no se aprecia un esfuerzo adicional para enfrentar las brechas señaladas en la proyección del informe anterior, así como instalar pasos concretos hacia implementar estrategias de mitigación del hacinamiento.

11. Fuente: Fichas BIP de Mideso.

### Cálculo de Cierre de Brechas 2016-2025 > TABLA 12.8

TIPO DE REQUERIMIENTO	AVANCE BRECHA 2016-2025 (MMUS\$)	
	INICIAL	ACTUAL
Déficit actual por concepto de hacinamiento o sobreuso	304	21
Brecha futura en cuanto a incremento de la población penal	168	36
Reposición por obsolescencia	226	3
<b>TOTALES</b>	<b>698</b>	<b>59</b>

Fuente: Elaboración propia a base de ICD anterior y cifras de fichas BIP de MIDESO.

## Demanda de Servicios Penitenciarios en establecimientos de régimen cerrado

Gendarmería de Chile atiende, según cifras de agosto del año 2017, a una población penal de unas 110 mil personas en todo el territorio nacional, de las cuales un 45% pertenecen al Subsistema Cerrado (42 mil internos en régimen de control cerrado y 8 mil en regímenes abierto y semi-abierto), y 55% al Subsistema Abierto (60 mil penados). El origen de la demanda del subsistema cerrado proviene de las resoluciones de los jueces con respecto a las causas analizadas, pudiendo ser de carácter provisional, preventivo o definitivo, cayendo sobre Gendarmería de Chile la administración de dichas penas. Al analizar la evolución de estas cifras desde el año 2005 hasta el 2017, se puede observar:

A. Un incremento sostenido hasta el año 2010, en el cual se alcanza el máximo del periodo analizado, explicado por la puesta en marcha a nivel nacional de la reforma procesal penal que incrementó la detección y sanción de delitos de manera significativa.

B. Así, a partir del año 2011, se observa un decrecimiento, como resultado de un conjunto de medidas que redujeron la población penal recluida, principalmente debido al mayor uso de medidas alternativas a la detención, prácticas que persisten hasta la actualidad. De esta forma, tanto la población penal y por consiguiente las tasas de encarcelamiento, han evolucionado hacia una baja sostenida a partir del año 2011. Probablemente este quiebre de la tendencia alcista a partir de 2011 se vio gatillado por la necesidad de generar medidas "efectistas" de reducción de la población penal, después del incendio de la cárcel de San Miguel en diciembre de 2010<sup>12</sup>. Sin embargo, ello ha generado cuestionamientos a nivel de opinión pública con respecto a un eventual cambio en los criterios considerados en el otorgamiento del beneficio, lo que contrasta con el aumento sostenido de la percepción de inseguridad de la población. ¿Es acaso una medida de dar respuesta a la necesidad de disminuir los actuales niveles de hacinamiento y sobrepoblación carcelaria?

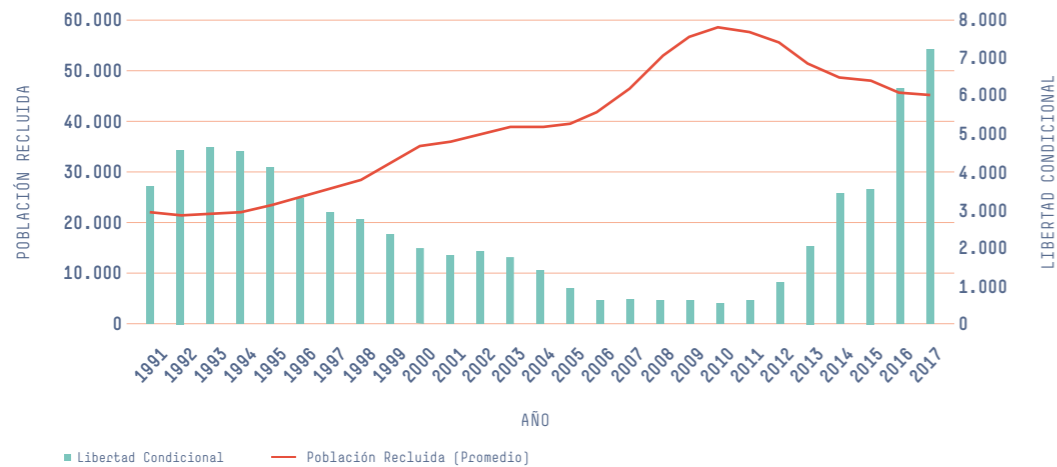
12. Este lamentable incendio dejó como resultado la muerte de más de 80 personas y complejos procesos de evacuación de los internos.

**A partir de 2011 se observa una caída de la población penal en régimen cerrado, como resultado de un conjunto de medidas alternativas a la reclusión.**

La Figura N° 12.3 ilustra la evolución de la población reclusa, así como el impacto de las medidas en relación a la libertad condicional. Por su parte la figura siguiente muestra el efecto de este comportamiento sobre la tasa de encarcelamiento, alcanzando niveles equivalentes a los de hace una década.

**Población: Evolución población reclusa vs Libertad Condicional**

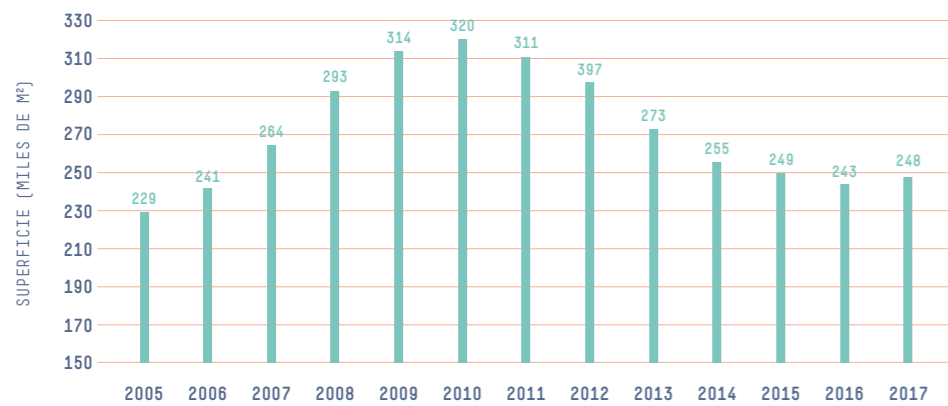
> FIGURA 12.3



Fuente: Elaboración propia a base de información GENCHI

**Tasa de Encarcelamiento**

> FIGURA 12.4



Nota: Tasa de encarcelamiento se mide como el número total de internos por cada 100 mil habitantes.

Fuente: Elaboración propia a base de información GENCHI, INE.

[1] Medido como el cociente entre la población penal reclusa del subsistema cerrado y la capacidad de diseño. Se han destacado con amarillo aquellas regiones con índices de ocupación superior al 100%

Fuente: Elaboración propia, a base de información GENCHI.

Por otra parte, no obstante la reducción de demanda observada, a nivel nacional existe un déficit agregado cercano al 7%, el que se concentra en las plazas de los hombres con 10% de carencia. Considerando que existen dificultades en la movilidad de los internos intrarregiones<sup>13</sup>, este déficit general significa una falta de 8.040 plazas de hombres y de 622 para mujeres. Si bien a nivel regional existen varias regiones con fuertes déficits, el 73% del déficit nacional se concentra en las regiones Metropolitana, Valparaíso y Maule.

13. La regla general es que la persona privada de libertad ingrese al centro más próximo a su domicilio para evitar el desarraigo familiar y social, tal como lo refiere el artículo 53 del D.S. N° 518 sobre Reglamento de Establecimientos Penitenciarios (RP): "En resguardo del derecho a visitas, los condenados deberán permanecer reclusos preferentemente cerca de su lugar habitual de residencia".

**Índices de Uso de la capacidad por Región y Género a 2017**

> TABLA 12.9

REGIÓN	ÍNDICE DE OCUPACIÓN <sup>(1)</sup>			GÉNERO	
	CONCESIONADO	TRADICIONAL	TOTAL	MASCULINO	FEMENINO
Arica		107,3%	107,3%	124,9%	56,7%
Tarapacá	98,1%	20,6%	80,8%	79,1%	90,5%
Antofagasta	98,8%	165,0%	120,5%	117,4%	152,3%
Atacama		167,7%	167,7%	175,6%	116,2%
Coquimbo	75,2%	108,2%	79,1%	79,3%	75,7%
Valparaíso		150,1%	150,1%	151,7%	133,3%
O'Higgins	70,0%	121,3%	76,8%	91,0%	28,2%
Maule		135,9%	135,9%	134,9%	153,7%
Biobío	90,9%	119,8%	105,6%	104,7%	117,8%
Araucanía		96,2%	96,2%	97,1%	80,6%
De los Ríos	51,2%	173,8%	55,3%	54,9%	63,5%
De los Lagos	64,8%	101,9%	73,6%	72,0%	116,3%
Aysén		94,1%	94,1%	96,7%	50,0%
Magallanes y Antártica		66,2%	66,2%	69,3%	33,3%
Metropolitana	113,4%	124,6%	121,3%	128,9%	72,8%
<b>NIVEL NACIONAL</b>			<b>106,6%</b>	<b>110,4%</b>	<b>77,9%</b>

## Oferta de Servicios Penitenciarios en establecimientos de régimen cerrado

En la actualidad existen 84 establecimientos de régimen cerrado con una oferta total a agosto de 2017 de 40.368 plazas, evidenciándose una alta concentración de la oferta. En efecto, sólo 15 establecimientos (18%) permiten generar el 72% de la oferta nacional, mientras que el 71% de ellos tiene capacidades inferiores a 300 plazas, aportando solamente el 18% de la oferta nacional. Esta distribución resulta compleja para la administración eficiente de los limitados recursos, puesto que al igual que los hospitales, las cárceles son entidades que requieren de cierto tamaño para ser eficientes,

en atención a que la estructura de costos es eminentemente fija y especialmente asociada a dotación de personal.

Por otra parte, también es importante destacar que la oferta de plazas para estos servicios se fue concentrando en los 8 establecimientos concesionados, puesto que reúnen el 43% de ellas, mientras que el 90% de los recintos corresponden a aquellos denominados "tradicionales", que contienen el 57% restante, reafirmando la calificación de baja "escala de producción" a que se ha hecho alusión anteriormente.

### 532 Distribución de Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por rango de capacidad de plazas en agosto 2017 > TABLA 12.10

TIPO	RANGO CAPACIDAD (PLAZAS)	N° ESTABLECIMIENTOS		GÉNERO	
		NÚMERO	DISTRIBUCIÓN (%)	MASCULINO	FEMENINO
1	≤ 100	28	33,3%	1.701	4,2%
2	101-300	32	38,1%	5.391	13,4%
3	301-500	7	8,3%	2.777	6,9%
4	501-1000	2	2,4%	1.324	3,3%
5	> 1001	15	17,9%	29.175	72,3%
<b>TOTALES NACIONAL</b>		<b>84</b>	<b>100,0%</b>	<b>40.368</b>	<b>100,0%</b>

Nota: Solo considera los que tienen población reclusa y capacidad de diseño declarada por Genchi no nula.

Fuente: Elaboración propia a base de información Genchi.

**Existen 84 establecimientos de régimen cerrado con un total de 40.368 plazas. De ellos, solo 15 concentran el 72% de la oferta nacional.**



### Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por Región y plazas en agosto 2017

> TABLA 12.11

REGIÓN	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS			NÚMERO DE PLAZAS <sup>(1)</sup>			DISTRIBUCIÓN DE PLAZAS CONCESIONADO / TRADICIONAL <sup>(1)</sup>	
	CONCESIONADO	TRADICIONAL	TOTAL	CONCESIONADO	TRADICIONAL	TOTAL	CONCESIONADO	TRADICIONAL
Arica		1	1		1.952	1.952	0%	100%
Tarapacá	1	2	3	2.351	674	3.025	78%	22%
Antofagasta	1	4	5	1.314	642	1.956	67%	33%
Atacama		3	3		514	514	0%	100%
Coquimbo	1	3	4	2.298	306	2.604	88%	12%
Valparaíso		9	9		3.146	3.146	0%	100%
O'Higgins	1	3	4	2.365	362	2.727	87%	13%
Maule		8	8		1.520	1.520	0%	100%
Biobío	1	12	13	1.427	1.483	2.910	49%	51%
Araucanía		11	11		1.690	1.690	0%	100%
De los Ríos	1	1	2	1.747	61	1.808	97%	3%
De los Lagos	1	3	4	1.707	534	2.241	76%	24%
Aysén		4	4		256	256	0%	100%
Magallanes y Antártica		3	3		485	485	0%	100%
Metropolitana	1	9	10	4.000	9.534	13.534	30%	70%
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>76</b>	<b>84</b>	<b>17.209</b>	<b>23.159</b>	<b>40.368</b>	<b>43%</b>	<b>57%</b>

[1] Según diseño modificado en año 2013

Nota: Sólo considera los recintos que tienen población reclusa y una capacidad de diseño declarada por Genchi no nula.

Fuente: Elaboración propia a base de información Genchi.

A la alta concentración de las plazas, se agrega la importante dispersión de recintos de pequeña escala, como también otra característica de estas instalaciones, como lo es su antigüedad. Al observar esta dimensión, se observa que casi la mitad de los recintos, que agrupan el 23% de las plazas tienen una antigüedad promedio de 78 años, por lo cual cualquier iniciativa de inversión en remodelación y gestión del mantenimiento de

las infraestructuras debiese pasar por una revisión de la pertinencia inclusive de seguir operando establecimientos pequeños. Asimismo, a nivel agregado se verifica que la totalidad de los recintos tiene una antigüedad promedio de 52 años, la que se reduce a 33 si esta se calcula ponderando por el número de plazas, lo que demuestra el impacto que han tenido los grandes centros concesionados de la década pasada.

533

### Distribución de Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por rango de antigüedad de su construcción a 2017

> TABLA 12.12

TIPO	RANGO ANTIGÜEDAD (AÑOS)	N° ESTABLECIMIENTOS		CAPACIDAD TOTAL (SEGÚN DISEÑO)	
		NÚMERO	DISTRIBUCIÓN (%)	PLAZAS	DISTRIBUCIÓN (%)
1	< 10	2	2,4%	2.741	6,8%
2	11-20	14	16,7%	19.869	49,2%
3	21-30	8	9,5%	2.401	5,9%
4	31-50	21	25,0%	5.960	14,8%
5	> 51	39	46,4%	9.397	23,3%
<b>TOTALES NACIONALES</b>		<b>84</b>	<b>100,0%</b>	<b>40.368</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia a base de información Genchi

### Búsqueda de Terrenos, ¿un dolor de cabeza?

La identificación y búsqueda de terrenos para la instalación de nuevos proyectos ha sido una tarea compleja e infructuosa que no ha tenido buenos resultados, en particular para las regiones de Biobío y Coyhaique. Esta dificultad resulta consistente con la denominación que la ciudadanía a nivel internacional ha dado a estas infraestructuras bajo el término anglosajón de "Nimby"<sup>14</sup> que, aunque son necesarias para el desarrollo de la sociedad, enfrentan un importante problema de oposición local ya que nadie quiere compartir el territorio con ellas<sup>15</sup>. En la experiencia internacional, las propuestas respecto a cómo resolver esta oposición típicamente incluyen compensaciones pecuniarias comunitarias, normalmente desarrollo o mejoramiento de infraestructura social (canchas deportivas, plazas, sedes sociales, etc.) como otras medidas de apoyo a actividades propias de la comunidad impactada. Sin

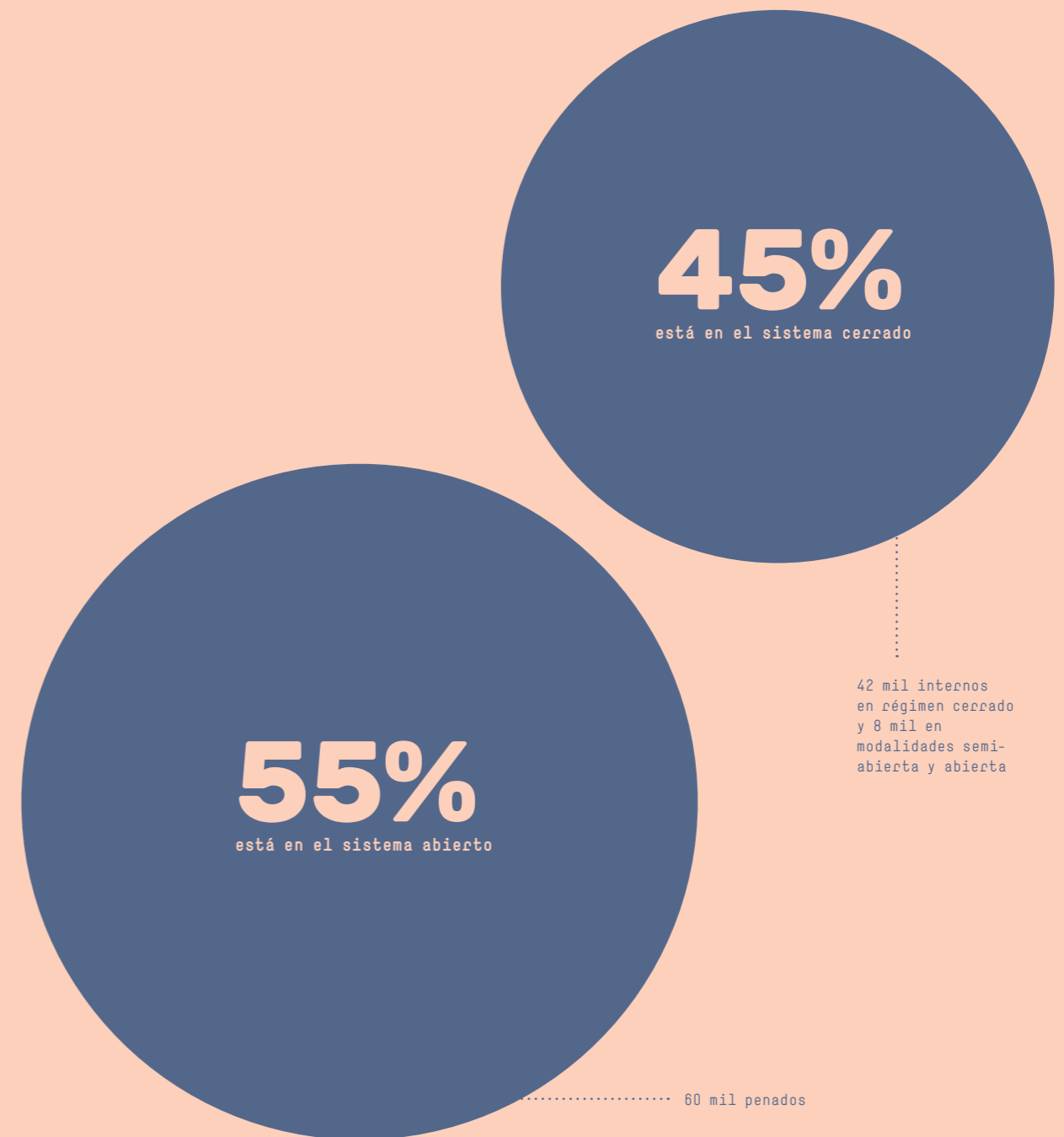
embargo, estas acciones iniciales no garantizarían que en el desarrollo e implementación del proyecto no se vuelvan a generar nuevas acciones de rechazo a los proyectos. Ejemplos de estas situaciones hay muchas: la cárcel de Huachalalume en la IV Región del Grupo 1 de cárceles concesionadas debió incurrir en un conjunto de medidas compensatorias para la comunidad de modo de generar espacios de aceptación de su instalación, sin embargo, la situación en la Región Metropolitana, específicamente con Tilttil, ha sido tan compleja, acentuada por la concentración de otras actividades que generan focos de contaminación, que no ha habido éxito en esta ubicación. Talca en el pasado tuvo lo propio al respecto. Cabe señalar que este rechazo no es solo hacia las cárceles, lo que obliga por tanto a repensar como política pública efectiva una mejor planificación urbana de nuestras ciudades.

14. Nimby: "Not in my back yard", que en español equivale a "No en mi patio trasero".

15. ¿Qué hacer con los Nimby? Una propuesta de política y los desafíos pendientes\* CEP, 2015.

## Población penal en Chile

De las **110 mil personas** que atiende Gendarmería de Chile:



# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

El escenario futuro en materia de demanda de infraestructura penitenciaria para régimen cerrado puede plantearse en base al análisis de la demanda por servicios penitenciarios observada en el tiempo, incorporando las variables que influyen en su comportamiento, tales como iniciativas legales y procedimentales, así como el natural deterioro de las instalaciones actuales.

ción social y laboral de los internos; políticas públicas en favor de la promoción de hábitos de vida más saludables, incluyendo el consumo problemático de alcohol y drogas, entre otras políticas sociales; así como cambios legislativos más profundos; entre otros.

Como es posible visualizar estos servicios públicos se encuentran insertos en un complejo sistema que involucra a la sociedad chilena, a las instituciones que forman parte del sistema judicial, político y económico, los que en su conjunto debiéramos trabajar hacia la cooperación y unión de esfuerzos "en la persecución penal para lograr mejores resultados a la hora de conseguir protección para las víctimas y para erigir un muro de contención a la criminalidad y desincentivar el delito, subordinando nuestros intereses institucionales y personales a los de la sociedad toda"<sup>16</sup>.

En este contexto, cabe hacer una breve revisión a aquellos factores que pueden incidir en la demanda por estos servicios públicos:

## A. Denuncias de delitos

En la actualidad se producen cerca de un millón trescientas mil denuncias anuales, cuya evolución siguió inicialmente un comportamiento alcista persistente desde 2006 post instalación de la Reforma Procesal Penal a nivel país con 62 denuncias por cada 1000 habitantes, hasta el peak registrado en el 2011 de 82 denuncias, a partir del cual ha seguido en los últimos años una tendencia decreciente, observando en la actualidad unas 71 denuncias por cada 1.000 habitantes. Esta disminución es refrendada por el comportamiento del Índice de Denuncias de Delitos

16. Cuenta Pública 2017, Ministerio Público, Fiscal Nacional.

17. INE: Instituto Nacional de Estadística, ENUSC : Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana.

18. Según la encuesta Paz Ciudadana GFK-Adimark: Índice de denuncia por delitos contra la propiedad, se observa que el nivel de denuncia se mueve en un rango entre 50% y 55%.

19. En el 2015 se había registrado un peak histórico de 86.8%.

de la Enusc del INE<sup>17</sup>, el cual revela que solo el 40% de los hogares que se vieron afectados por un delito en 2016 efectuaron la respectiva denuncia<sup>18</sup>. En contraste con este comportamiento, la misma Enusc muestra la evolución que ha seguido el Índice de Percepción de Inseguridad Ciudadana en 2016 que un 85% de los encuestados perciben que la delincuencia en el país aumentó<sup>19</sup>, encontrándose en una trayectoria alcista desde 2014. ¿Cómo se ex-

plica entonces esta aparente contradicción?, la encuesta Paz Ciudadana GFK-Adimark nos da luces en relación al grado de confianza que tienen las personas afectadas por un delito con las policías y Fiscalía, en particular se observa que el grado de insatisfacción de las personas que realizaron una denuncia, se ha situado en el último quinquenio en rangos de alrededor del 65% respecto de la gestión de la Fiscalía.

## Modelación de la demanda esperada por servicios penitenciarios

### Elementos de Análisis

Si bien la demanda por servicios penitenciarios depende de muchos factores, para efectos de su modelación y proyección es posible prever que en el corto y mediano plazo se verá afectada entre otros factores por: la voluntad de denuncia de la población en relación con los delitos, así como su persistencia en el correspondiente proceso; la capacidad del sistema judicial (policías, fiscales y jueces) de un sólido trabajo investigativo que genere las condiciones requeridas para proveer de las pruebas asociadas, así como de un actuar con eficiencia y oportunidad en la gestión correspondiente, dentro del marco legal vigente; gravedad de los delitos y las penas asociadas; y los cambios regulatorios sean estos jurídicos o administrativos que afecten a dicho sistema. Mientras que en el largo plazo, pueden existir otros factores que incidan, tales como: crecimiento de la economía; políticas públicas que favorezcan de manera efectiva la reinser-

Evolución Tasas de Denuncias Delitos (Fiscalía) vs % Denuncias Delitos y Percepción de Inseguridad Ciudadana según Enusc (\*) > FIGURA 12.5

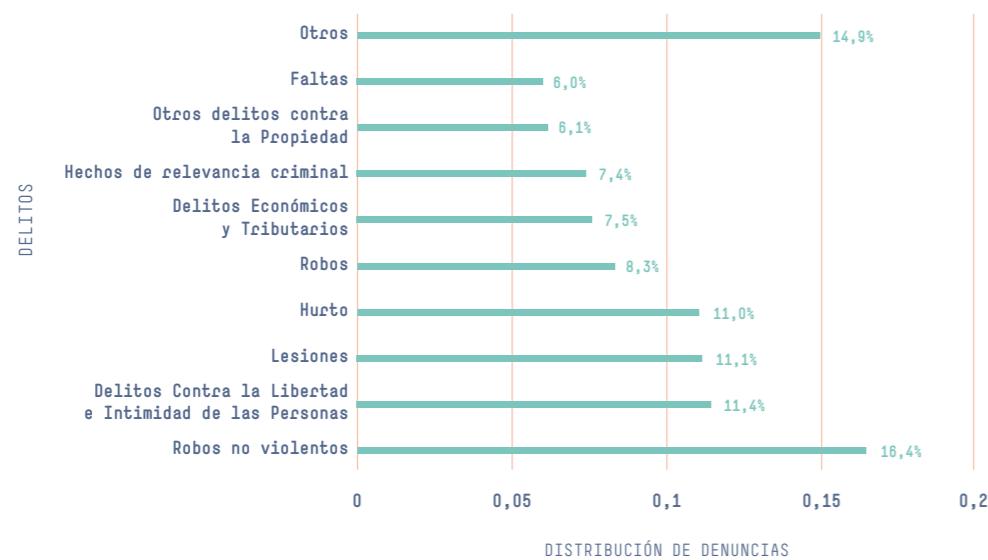


Estas denuncias de delitos ingresados a la Fiscalía, de las cuales solo se conoce el imputado en el 45% de ellas, casi el 60% corresponde principalmente a robos no violentos, robos, hurtos y lesiones, y delitos contra la libertad e intimidad de las personas. Al comparar las cifras anualizadas de 2017 con el peak de 2011, se observa una fuerte reducción del volumen de denuncias (112 mil esto es un 8%), la que se explica por fuertes disminuciones de los delitos de: faltas<sup>20</sup>; lesiones; delitos contra la libertad e intimidad de las personas<sup>21</sup>; y robos no violentos. Sin embargo, esta disminución se ha compensado por significativos aumentos de los delitos asociados a: hechos de relevancia criminal (vinculados a delitos de hallazgos de drogas); económicos y tributarios, incumplimiento de las leyes del tránsito; robos y aquellos delitos contra la fe pública<sup>22</sup>.

- 20. Faltas: se refiere a delitos relacionados con amenazas con arma, consumo o porte de drogas y desordenes.
- 21. Referido a amenazas a personas, policías, autoridades, así como trata de personas.
- 22. Ejercicio ilegal de la profesión, falsificación de documentos o uso malicioso de documentos públicos y privados.

**Distribución de Delitos Ingresados a Fiscalía**

> FIGURA 12.6



Fuente: Elaboración propia a base de Boletín Estadístico a septiembre 2017, Fiscalía, Ministerio Público. Sitio: [www.fiscaliadechile.cl](http://www.fiscaliadechile.cl)

## Distribución de Delitos

Ingresados a Fiscalía hasta septiembre de 2017



**6,0%**  
Faltas



**6,1%**  
Otros delitos contra la Propiedad



**7,4%**  
Hechos de relevancia criminal



**7,5%**  
Delitos Económicos y Tributarios



**8,3%**  
Robos



**11,0%**  
Hurto



**11,1%**  
Lesiones



**11,4%**  
Delitos Contra la Libertad e Intimidad de las Personas



**14,9%**  
Otros



**16,4%**  
Robos no violentos

### Solo el 42% de las denuncias son resueltas por la vía judicial. Y de ellas, el 14% tiene una sentencia con pena que puede incluir prisión.

Al analizar el comportamiento de la tasa de denuncias de delitos, es posible advertir importantes diferencias entre regiones. En efecto mientras en las regiones del extremo norte, Tarapacá (I), Antofagasta (II) y Arica y Parinacota (XV), se presentan las mayores tasas de denuncia con 100, 85 y 83 por cada 1.000 habitantes, respectivamente, las regiones del centro sur y sur solo bordean las 65 denuncias, con excepción de Aysén (XI). En el caso de la Región Metropolitana, esta solo logra alcanzar el promedio nacional. Sin embargo, desde una perspectiva evolutiva todas las regiones, salvo las de Coquimbo y O'Higgins han ido experimentando una pérdida sostenida de la debida respuesta ciudadana con respecto a los delitos, a una tasa promedio del 2% anual.

Por lo tanto, si se considera la encuesta Enusc que señala que el 40% de los delitos son denunciados, el universo de delitos debiese oscilar alrededor de los 150 y 180 por cada 1.000 habitantes.

#### B. Gestión de la Fiscalía

El nivel de actividad para el año 2017 se proyecta en más de 1,5 millones de causas terminadas, de las cuales solo el 52% corresponde a imputados conocidos, cifra que representa un cierto incremento con respecto a los rangos históricos que han bordeado el 50%<sup>23</sup>. Si sólo consideramos este último segmento de causas terminadas, se observa que el 69% tiene una salida judicial formalmente tipifi-

cada, sin embargo, este indicador implica a nivel agregado que solamente el 42% del total de las denuncias son resueltas por la vía judicial, respecto del cual, solo el 14% tiene una sentencia condenatoria con penas que pueden incluir prisión<sup>24</sup>.

A su vez, al desagregar estas cifras a nivel regional se detecta que solo aquellas fiscalías de la zona sur del país (Temuco hacia el sur) experimentan tasas superiores al 50% de resolución por la vía judicial, mientras que las del norte solo logran alcanzar ese nivel al considerarlas en su conjunto. Sin embargo, la Región Metropolitana exhibe un indicador de solo un 36%, y las regiones de O'Higgins (VI) y Biobío (VIII) ambas alcanzan apenas un 41%. En este sentido el *benchmarking* nacional nos indica que una cifra cercana al 60% podría ser considerada como un *"gold standard"* a nivel país. Lamentablemente la realidad indica que estamos aún lejos, lo que debiese obligar a un gran esfuerzo de gestión, no solo para la Fiscalía sino que para todo el sistema en su conjunto.

En consecuencia, si bien las cifras revelan que si bien el sistema judicial ha avanzado a partir de la Reforma Procesal Penal, aún existen espacios importantes de mejoría en la gestión de otorgamiento de justicia. Probablemente estas cifras "duras" explican la creciente percepción de inseguridad de la ciudadanía, la que podría asociarse a una sensación de impunidad que explicaría su alto nivel de insatisfacción con la gestión de la Fiscalía, ya señalada con anterioridad.

23. La diferencia corresponde a imputados desconocidos, cuyas causas son terminadas con un 82% de salidas no judicial (principalmente archivo provisional) y solo un 11% de salida judicial por la vía de aplicar la facultad de la Fiscalía de no investigar.

24. Fuente: Boletines estadísticos anuales de Fiscalía, Ministerio Público. [www.fiscalia.dechile.cl](http://www.fiscalia.dechile.cl)

25. Censo 2017, INE, Agosto 2017.

#### c. Medidas del Programa de Gobierno del Presidente Piñera

Los alcances de las medidas del referido programa y su impacto en la demanda se esbozaron en el segundo apartado de este capítulo.

#### Modelación de la Demanda

Conforme los elementos de análisis ya señalados, se plantea el siguiente modelo simplificado de proyección de la demanda, a partir de la evolución de la tasa de encarcelamiento y de la población:

$$DSPAC_{rt} = TE_{rt} \times POB_{rt}$$

- $DSPAC_{rt}$ : Demanda por Servicios Penitenciarios en Atención Cerrada en el período "T" para la región "R".
- $POB_{rt}$ : Población proyectada por INE según Censo 2017<sup>25</sup> en el período "T" para la región "R".
- $TE_{rt}$ : Tasa de Encarcelamiento en el período "T" para la región "R".

Con los elementos analizado podemos formular que la tasa de encarcelamiento variará en el corto y mediano plazo en función de la variación de la tasa de denuncia de delitos de la población, así como del mejoramiento de la gestión operacional de las fiscalías y policías, junto al impacto moderado que pudiesen tener las modificaciones legales que puedan tener lugar.

$$TE_{rt} : TE_{rt-1} \times \{ K1_r \times (1+VTD_{rt}) + K2_r \times (1 + VMG_{rt}) \}$$

Donde,

- $K1_r$ : Factor de incidencia de la tasa de denuncias de delitos sobre servicios penitenciarios. Se estima del orden del 10%, basado en los antecedentes recopilados a nivel de los boletines estadísticos de la Fiscalía.
- $VTD_{rt}$ : Variación estimada de la tasa de denuncias de la región "R" en el período "T".
- $VMG_{rt}$ : Variación estimada de la tasa de mejoramiento de la gestión de la región "R" en el período "T". Este mejoramiento de la gestión se asocia al incremento de las salidas judiciales como término de los delitos denunciados.
- $K2_r$ : Factor de incidencia de la tasa de mejoramiento de la gestión o salidas judiciales. Conforme al perfil de delitos sin esta condición, mayoritariamente asociados a imputados desconocidos, se estima que un impacto del orden del 10% de incidencia podría ser razonable para el próximo decenio, considerando las brechas actuales de gestión, así como las iniciativas legislativas y procedimentales que se han esbozado en el presente informe.

NOTA: Ambas estimaciones se han efectuado en función de los indicadores observados en 2017 e históricos y asumiendo como *benchmark* deseable al menos el mejor desempeño de las fiscalías regionales a nivel del país.



## Otras variables para la proyección

### Indicadores de Habitabilidad

Los indicadores de habitabilidad son aquellos que integran estándares considerados como mínimos dentro de los establecimientos penitenciarios y, por lo tanto, su observación muestra el grado de hacinamiento de los mismos. La revisión de la literatura<sup>26</sup> especializada da cuenta de la existencia de guías que establecen recomendaciones, desde el punto de vista de los derechos humanos, respecto de las condiciones básicas de habitabilidad de los recintos penitenciarios, representando con ello un esfuerzo desde la infraestructura para aportar condiciones favorables para el cumplimiento de las Reglas Mandela ya citadas en este informe.

Estos estándares básicos están a su vez condicionados por los servicios comunes, régimen de internación y circulación de los internos, visitas, etc. En el caso de Chile, estos estándares son suficientemente cubiertos a nivel de diseño de los establecimientos, sin embargo, la realidad da cuenta que durante la operación estos se ven comprometidos por una tasa de ocupación superior al diseño considerado. De acuerdo a lo establecido en ediciones anteriores de este reporte, el estándar de espacio o habitabilidad observado fue de 28,3 m<sup>2</sup> por interno, considerando los espacios de reclusión en relación al diseño original de recintos penitenciarios construidos en la última década. Al tomar las adecuaciones de la normativa implementadas por Gendarmería de Chile durante el año 2013<sup>27</sup>, el cual estableció una metodología de las Capacidades de Diseño de dormitorios de internos de las unidades penales del subsistema cerrado del país, se produjo una readecuación de espacios fundamentalmente en cárceles concesionadas, con lo cual este estándar por interno bajó de 29,5 m<sup>2</sup> a 21,3 m<sup>2</sup>. Sin embargo, posteriormen-

te se puede apreciar que, salvo el proyecto La Laguna de Talca, los correspondientes a la cárcel El Arenal de Copiapó recientemente adjudicado y el de Calama, con aprobación por parte de Mideso para proseguir su diseño, presentan un estándar que bordea los 37 m<sup>2</sup>/interno, retomando de esa manera la senda iniciada por los concesionados en cuanto a diseño. La tabla siguiente presenta la variación sufrida por los establecimientos penitenciarios concesionados.

26. Cruz Roja Internacional define espacios mínimos para los establecimientos penitenciarios que pueden resumirse de la siguiente manera:

- 6 m<sup>2</sup> por interno para celdas individuales, más acceso a instalaciones sanitarias.
- 4 m<sup>2</sup> por interno en celdas múltiples, más acceso a instalaciones sanitarias.
- Al menos 2 metros de distancia entre paredes de las celdas.
- Al menos 2,5 metros de altura de las celdas.

“Water, Sanitation, Hygiene and Habitat in Prisons”, ICRC, Geneva, Capítulo 1, F. Cuadro Sinóptico, 2013.  
Extraído de <https://shop.icrc.org/eau-assainissement-hygiene-et-habitat-dans-les-prisons-2632.html>

Existen también otros referentes como la Nacro: National Association for the Care and Resettlement of Offenders, “Minimum Standards for Prison Establishments”, 1984. Londres.

Más recientemente los estándares de la Unops: United Nations Office for Project Services, Copenhagen, 2016, “Technical Guidance for Prison Planning”, sobre consideraciones técnicas y operacionales basadas en la Reglas de Mandela.

27. Res. Exenta 2430 de Genchi, del 20-03-2013.

### Estándar de Habitabilidad Cárceles Diseño y modificaciones de 2013 > TABLA 12.13

PROYECTO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	DISEÑO ORIGINAL		DISEÑO MODIFICADO 2013	
		PLAZAS	M <sup>2</sup> /PLAZA	PLAZAS	M <sup>2</sup> /PLAZA
Alto Hospicio	46.645	1.679	27,8	2.351	19,8
La Serena	48.719	1.656	29,4	2.298	21,2
Rancagua	48.937	1.689	29,0	2.365	20,7
Antofagasta	35.518	1.160	30,6	1.314	27,0
Concepción	34.869	1.189	29,3	1.427	24,4
Santiago 1	63.172	2.568	24,6	4.000	15,8
Valdivia	40.934	1.248	32,8	1.747	23,4
Puerto Montt	47.393	1.245	38,1	1.707	27,8
<b>TOTAL</b>	<b>366.187</b>	<b>12.434</b>	<b>29,5</b>	<b>17.209</b>	<b>21,3</b>

NUEVOS PROYECTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	DISEÑO ORIGINAL	
		PLAZAS	M <sup>2</sup> /PLAZA
Talca (La Laguna)(*)	58.737	2.320	25,3
El Arenal (Copiapó)	60.064	1.636	36,7
Calama	37.081	980	37,8

(\*) Referencia último proyecto licitado.

Fuente: Elaboración Propia a base de información Genchi.

28. Los correspondientes al Grupo 2 (Antofagasta y Biobío) se habían puesto en operación recién en 2012.

En términos prácticos estas adecuaciones de habitabilidad generaron un aumento de la capacidad de los establecimientos penitenciarios concesionados, específicamente aquellos pertenecientes a los Grupos 1 y 3<sup>28</sup>. Con estas adecuaciones, los establecimientos penitenciarios concesionados de los citados grupos vieron aumentada su capacidad original a 17.209 plazas. De esta manera, se incrementaron por esta vía casi en 5.000 plazas, esto es, un 12% con respecto a la capacidad de diseño del sistema completo (concesionado y tradicional).

Las modificaciones de habitabilidad implementadas en 2013 por Gendarmería de Chile pueden interpretarse como una medida efectiva debido a la falta de proyectos de infraestructura y el aumento sostenido de la tasa de encarcelación hasta el año 2010, lo que incrementó el hacinamiento y sobreuso de los recintos penales.

Sin perjuicio de los ratios que se observan en los nuevos proyectos de cárceles de El Arenal y Calama, parece conveniente revisar las recomendaciones que al respecto efectúan organismos internacionales como

## La tasa de encarcelación a nivel nacional a agosto de 2017 es de 247,6 por cada 100 habitantes.

Cruz Roja o Nacro<sup>29</sup>, que concluyen que ratios integrales adecuados varían entre 20 y 30 m<sup>2</sup> por interno, procurando tener especial atención con respecto a las celdas de los internos, en las cuales se espera al menos garantizar unos 3 m<sup>2</sup>/reo como ratio, que unido a otras instalaciones para el esparcimiento, salud, rehabilitación y otros debiesen ser suficientes para implementar a nivel de infraestructura las Reglas de Mandela, ya citadas en este informe. Por esta razón, para efectos de la estimación de cierre de brechas en materia de infraestructura de este informe, se aplicarán los estándares observados para cárceles concesionadas previos a la redefinición de espacios establecida por Gendarmería de Chile en el año 2013, esto es 29,5 m<sup>2</sup>/reo. Esta vía metodológica se justifica en el hecho de que este resulta ser el mejor estándar disponible en el sistema penitenciario chileno, dado que los establecimientos penitenciarios concesionados, que son el grueso de los establecimientos para los que se redefinió su índice de uso u ocupación máxima, fueron diseñados con una visión integral de espacios, habitabilidad y reinserción social, como un todo destinado a romper el ciclo de la criminalización imperante en las cárceles chilenas, lo que sería coherente con las recomendaciones de los organismos internacionales. En ese sentido estos parámetros de diseño de los recintos nuevos podrían inducir a una sobreestimación de la brecha, que se revierta posteriormente por la vía de un decreto administrativo, tal como ha sucedido con los concesionados originales.

## Determinación brecha actual

### Indicadores de Habitabilidad

Como ya hemos señalado, el comportamiento de la demanda durante los últimos años indica que, a partir de la Reforma Procesal Penal, su tendencia fue creciente hasta el año 2010. Esta situación llevó, por un lado, a un aumento de las tasas de hacinamiento y a una preocupación importante a nivel político y gubernamental por la eficacia de estas medidas desde el punto de vista de la rehabilitación y reinserción social, motivando un análisis importante de la efectividad de las medidas que trajo consigo la ley. Sin embargo, un conjunto de medidas legislativas y procedimentales provocaron de manera sostenida que la población penal recluida en régimen cerrado disminuyera a partir del *peak* del año 2010, llegando a agosto del presente año a 43.019 individuos.

A nivel nacional la tasa de encarcelamiento a agosto de 2017 es de 247,6 internos por cada 100 mil habitantes, observándose comportamiento disímil a nivel regional. En efecto, la zona norte concentra las mayores tasas de encarcelamiento, probablemente asociadas a un perfil de delito relacionado con el tráfico de drogas y robos de automóviles, entre otros, seguida por el centro norte. Sin embargo, cabe señalar que la mayor cantidad de reclusos en valor absoluto se localizan en las regiones Metropolitana, Valparaíso y Biobío, consecuente con la mayor concentración de población.

29. Nacro: National Association for the Care and Resettlement of Offenders.

[1] Tasa de encarcelamiento: Internos por cada 100.000 habitantes  
[2] INE (información preliminar del Censo 2017)  
Fuente: Gendarmería de Chile.

## Tasas de Encarcelamiento por regiones a agosto de 2017<sup>(1)</sup>

> TABLA 12.14

REGIÓN	POBLACIÓN (HAB) <sup>(2)</sup>	Nº RECLUIDOS	TASA DE ENCARCELAMIENTO
Arica y Parinacota	224.548	2.094	932,5
Tarapacá	324.930	2.445	752,5
Antofagasta	599.335	2.357	393,3
Atacama	285.363	862	302,1
Coquimbo	742.178	2.059	277,4
Valparaíso	1.790.219	4.721	263,7
Metropolitana	7.036.792	16.411	233,2
Del Libertador General Bernardo O'Higgins	908.545	2.094	230,5
Maule	1.033.197	2.066	200,0
Biobío	2.018.803	3.073	152,2
La Araucanía	938.626	1.625	173,1
Los Ríos	380.181	1.000	263,0
Los Lagos	823.204	1.650	200,4
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	102.317	241	235,5
Magallanes y Antártica Chilena	165.593	321	193,8
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>17.373.831</b>	<b>43.019</b>	<b>247,6</b>

Para la determinación de la brecha actual a 2017, se consideran los siguientes supuestos:

- A.** Se utiliza el número de internos a nivel regional en establecimientos penitenciarios cerrados, a agosto de 2017.
- B.** Población regional según resultados preliminares de agosto del Censo 2017 (INE).
- C.** Solo es posible una redistribución intraregional. Este último supuesto hace que se considere un análisis a nivel regional, no por establecimiento, porque con ello se estaría sobredimensionando los cálculos

los y promoviendo seguir potenciando esquemas de pequeños establecimientos como lo indica la realidad actual.

- D.** Se utiliza un índice de habitabilidad de 29,5 m<sup>2</sup>/interno, según lo indicado anteriormente (Tabla 12.13).

A partir de los supuestos anteriormente enunciados se determina la tabla siguiente, la que presenta una estimación de la actual brecha mínima de plazas de establecimientos penitenciarios, asumiendo un equilibrio entre oferta y demanda.

### Estimación de Brechas de Plazas de Infraestructura por Región para 2017

> TABLA 12.15

REGIÓN	NÚMERO DE RECLUSOS	TASA DE ENCARCELAMIENTO 2017 <sup>(1)</sup>	POBLACIÓN 2017 <sup>(2)</sup>	CAPACIDAD (PLAZAS)	BRECHA 2017
Arica Y Parinacota	2.094	932,5	224.548	1.952	142
Tarapacá	2.445	752,5	324.930	3.025	-
Antofagasta	2.357	393,3	599.335	1.956	401
Atacama	862	302,1	285.363	514	348
Coquimbo	2.059	277,4	742.178	2.604	-
Valparaíso	4.721	263,7	1.790.219	3.146	1.575
Del Libertador General Bernardo O'Higgins	2.094	230,5	908.545	2.727	-
Maule	2.066	200,0	1.033.197	1.520	546
Biobío	3.073	152,2	2.018.803	2.910	163
La Araucanía	1.625	173,1	938.626	1.690	-
Los Ríos	1.000	263,0	380.181	1.808	-
Los Lagos	1.650	200,4	823.204	2.241	-
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	241	235,5	102.317	256	-
Magallanes y Antártica Chilena	321	193,8	165.593	485	-
Metropolitana	16.411	233,2	7.036.792	13.534	2.877
<b>NIVEL NACIONAL</b>	<b>43.019</b>		<b>17.373.831</b>	<b>40.368</b>	<b>6.052</b>

546

Al observar las brechas de la tabla anterior, se concluye que existe un déficit total de 6.052 plazas en el país, que se concentra en las regiones Metropolitana, Valparaíso y Maule, lo cual se ha mantenido prácticamente constante durante los últimos años, por lo que es imperativo agilizar las gestiones asociadas a los nuevos proyectos que se podrían implementar en dichas regiones. Sin embargo, si se considera que los internos pudiesen desplazarse entre las regiones, obviando el uso y

costumbre, así como los criterios del régimen interno de Genchi que propende a ubicar al interno en el recinto penitenciario más próximo a su domicilio, de modo de facilitar las visitas familiares<sup>30</sup>, este déficit se reduce a 2.051 plazas, lo cual resulta ajeno a la realidad actual. De esta manera, solo se analizará el caso sin redistribución entre regiones.

Ahora bien, este déficit nacional de 6.052 plazas conlleva un requerimiento de infraestructura cercano a los 178.200 m<sup>2</sup> adicionales.

(1) Tasa de encarcelamiento: Internos por cada 100.000 habitantes, a agosto 2017.  
(2) Resultados preliminares Censo 2017.

Fuente: Elaboración propia a base de información Genchi, Censo 2017 e INE.

30. La regla general es que la persona privada de libertad ingrese al centro más próximo a su domicilio para evitar el desarraigo familiar y social, tal como lo refiere el artículo 53 del D.S. N° 518 sobre Reglamento de Establecimientos Penitenciarios [RP].

### Determinación Brecha por proyección de población para 2018-2027

Para la determinación de la proyección de brechas por variación de la población nacional actual a 2017 para los próximos 10 años, consecuente con la estructura de modelación de la demanda definida anteriormente se han analizado dos casos, uno con variación de la tasa de encarcelamiento del año 2017 y otro sin variación, esto es aquel que representa la situación basal:

**A. Caso Tasa de Encarcelamiento Variable:**  
Se consideran los siguientes supuestos:

- Variación de las Tasas de Encarcelamiento, a nivel de cada región, en función de la tasa de denuncia de delitos y de la tasa de salida judicial de los casos, según el esquema indicado anteriormente (Tabla 12.14). Si bien las tasas son variadas entre regiones, la evolución a nivel de cada una de ellas es estable en los últimos años, y ha respondido a las regulaciones que

han ido emanando a partir del año 2010 de manera centralizada.

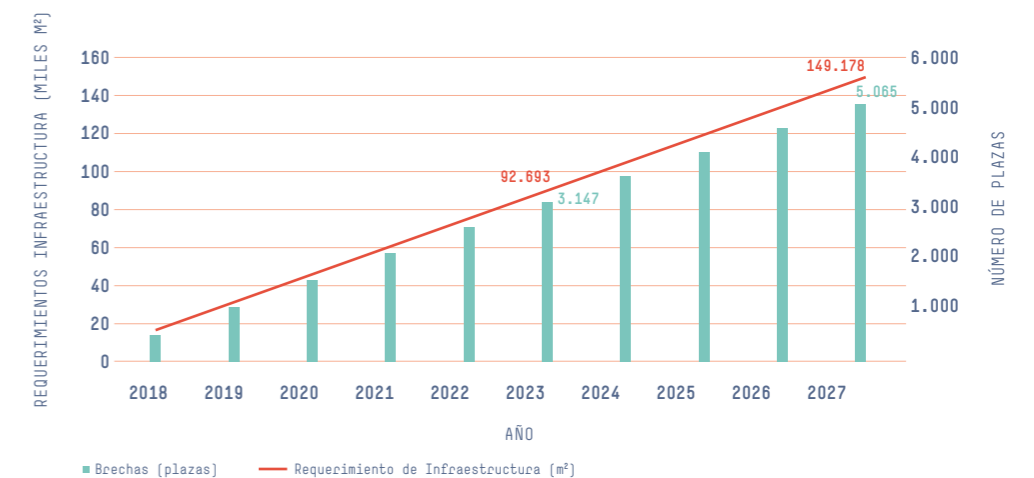
- Población regional según resultados preliminares de agosto del Censo 2017 (INE) y proyección a base de crecimiento Censo 2012.
- Redistribución intrarregional moderada, esto es que resulta posible el traspaso entre regiones aledañas.
- Se utiliza un índice de habitabilidad de 29,5 m<sup>2</sup>/interno, según lo indicado anteriormente (Tabla 12.13).

Los resultados se muestran en el gráfico adjunto, que revelan la necesidad de incrementar en más de 3 mil plazas para el quinquenio 2018-2022 y unas 5 mil plazas adicionales para el horizonte 2018-2027, que se traduce en casi 149 mil m<sup>2</sup> adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado, esto es un incremento del 12% con respecto a plazas actuales y un 20% en relación a las superficies.

547

### Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Población Nacional (incremento de déficit de plazas anuales) con variación de tasas de encarcelamiento

> FIGURA 12.7

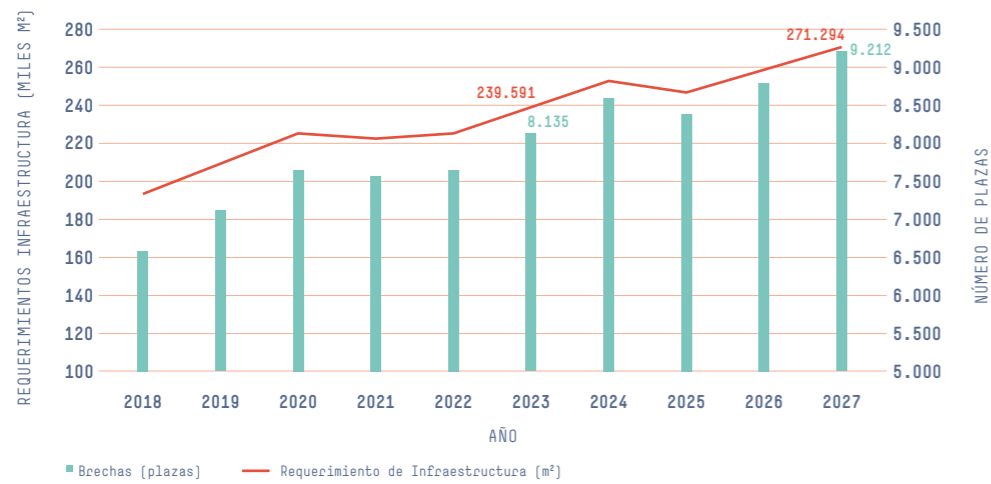


Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, es necesario considerar los 3 proyectos que están avanzando actualmente: La Laguna (construcción), El Arenal (diseño) y Calama (prediseño); y que se vislumbra entrarán en operación dentro del decenio analizado (2018-2027). Los resultados se muestran en el gráfico adjunto, revelan la necesidad de

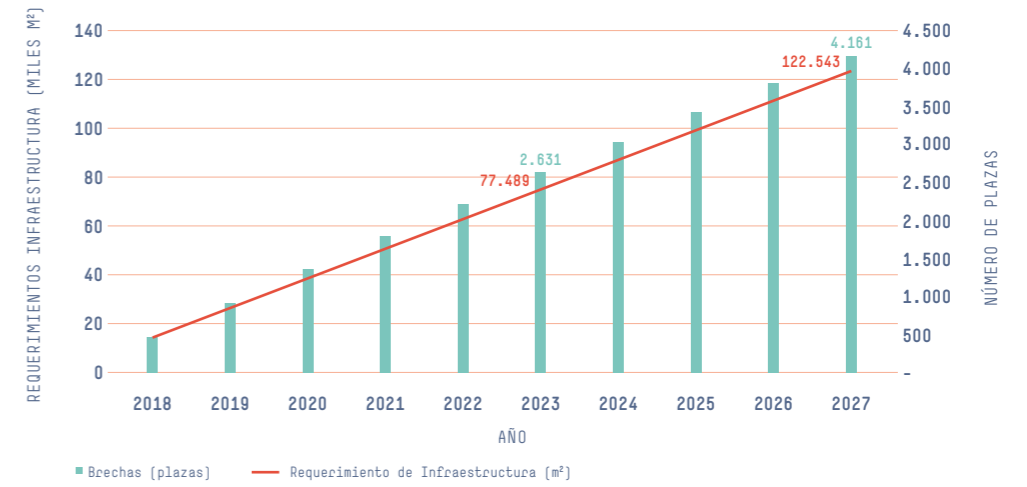
incrementar en unas 3.160 plazas adicionales para el horizonte que se traduce en casi 93 mil m<sup>2</sup> adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado, esto es un incremento neto de un 7.3% con respecto a la superficie actual operativa.

**Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Población Nacional, considerando los nuevos proyectos de infraestructura penitenciaria**  
 > FIGURA 12.8



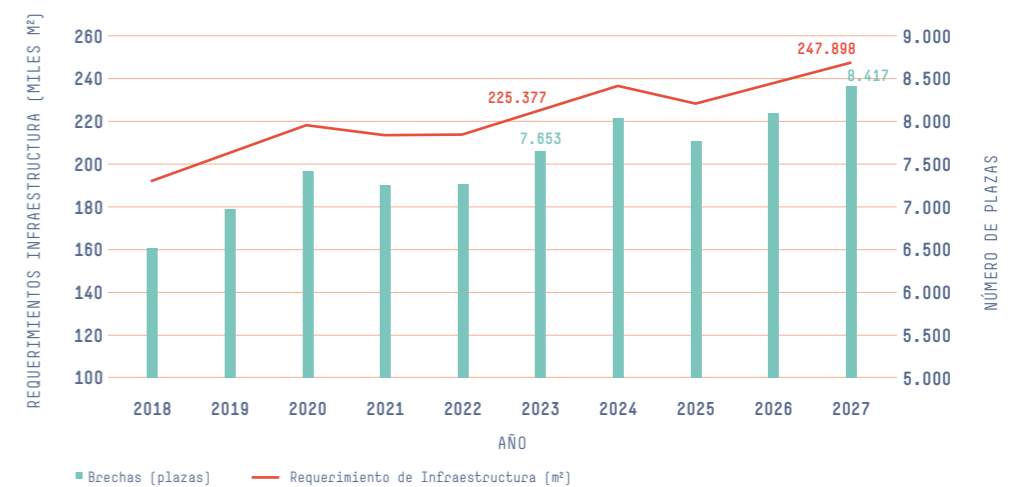
Fuente:  
Elaboración propia.

**Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Población Nacional (incremento de déficit de plazas anuales) con mantención de tasas de encarcelamiento**  
 > FIGURA 12.9



Fuente:  
Elaboración propia.

**Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Población Nacional, considerando los nuevos proyectos de infraestructura penitenciaria**  
 > FIGURA 12.10



Fuente:  
Elaboración propia.

**B. Caso Tasa de Encarcelamiento Constante:**

Se consideran los mismos supuestos anteriores, excepto la variación de la tasa de encarcelamiento, la cual se mantiene constante a través del tiempo, tomando como valor base el correspondiente a agosto de 2017 para cada región. Esto se podría justificar a base de la evolución a nivel de cada una de ellas es estable en los últimos años, y ha respondido a las regulaciones que han ido emanando a partir del año 2010. (VER FIGURA 12.9)

Por su parte, al considerar los 3 proyectos en desarrollo ya mencionados, los resultados se muestran en el gráfico adjunto, los que revelan la necesidad de incrementar en unas 2.365 plazas adicionales para el horizonte que se traduce en casi 70 mil m<sup>2</sup> adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado. (VER FIGURA 12.10)

### Determinación Brecha por necesidades de sustitución para 2018-2027

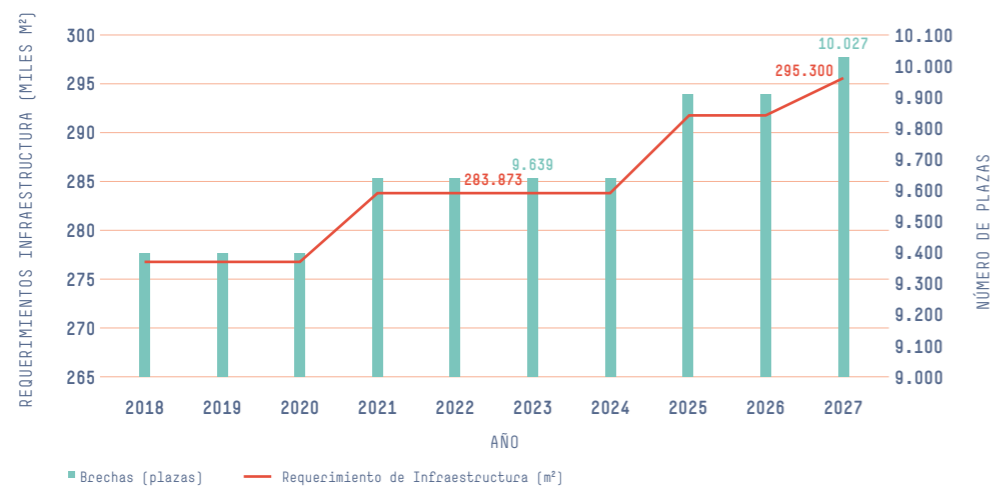
Como hemos visto anteriormente, prácticamente la mitad de los establecimientos tienen una antigüedad superior a los 50 años comprendiendo este grupo 9.397 plazas. Al asumir que la vida útil máxima para este tipo de infraestructura es de unos 50 años, se obtiene que en el periodo 2018-2027 debiesen sustituirse unas 10 mil plazas adicionales. Nótese que se refiere a plazas y no establecimientos porque tal como se señaló anteriormente el funcionamiento de estos recintos requiere de economías de escala, por lo cual no resultaría comprensible plantear la reposición de pequeñas instalaciones locales en lugar de

congregar los esfuerzos en establecimientos de carácter regional, dotados de mayor tecnología para la seguridad y vigilancia, así como robustos programas de reinserción social.

Este requerimiento se traduce en un incremento de otros 300 mil m<sup>2</sup> adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado debido a la obsolescencia de las instalaciones en el periodo de proyección. Cabe destacar que este análisis se ha efectuado en relación al año de construcción de los establecimientos, sin considerar los eventuales mejoramientos que se pudieron haber efectuado a los mismos.

#### Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Obsolescencia de Infraestructura (nivel nacional)

> FIGURA 12.11



Fuente:  
Elaboración propia.

**La mitad de los establecimientos actuales tienen una antigüedad superior a los 50 años, comprendiendo este grupo 9.397 plazas. Si asumimos una vida útil máxima de 50 años, en el periodo 2018-2027 debiesen sustituirse unas 10 mil plazas adicionales.**

## Brechas totales

La inclusión de las brechas al 2017, las propias de la proyección de la población para los quinquenios de los períodos 2018-2022 y 2023-2027 y la de sustitución de plazas pertenecientes a establecimientos de antigüedad superior a 50 años en esos mismos períodos

se presentan en las tablas adjuntas, para ambos escenarios de proyección, con tasa variable de encarcelamiento y fija, con y sin proyectos en curso.

Para el escenario con tasa de encarcelamiento variable las brechas totales son:

### Determinación de Brechas totales de Plazas y requerimientos de Infraestructura penitenciaria cerrada Escenario Tasa de Encarcelamiento Variable (m<sup>2</sup>)

> TABLA 12.16-A

ÍTEM BRECHA	PLAZAS CADA QUINQUENIO			SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	6.052	-	6.052	178.234	-	178.234
Requerimientos por incremento de población	2.642	2.423	5.065	77.807	71.371	149.178
Reposición por obsolescencia	9.639	388	10.027	283.873	11.427	295.300
<b>TOTALES</b>	<b>18.333</b>	<b>2.811</b>	<b>21.144</b>	<b>539.914</b>	<b>82.798</b>	<b>622.712</b>

552

Fuente:  
Elaboración propia.

### Determinación de Brechas totales de Plazas y requerimientos de Infraestructura penitenciaria cerrada Escenario Tasa de Encarcelamiento Variable. Con Proyectos (m<sup>2</sup>)

> TABLA 12.16-B

ÍTEM BRECHA	PLAZAS CADA QUINQUENIO			SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	6.052	-	6.052	178.234	-	178.234
Requerimientos por incremento de población	1.605	1.555	3.160	47.257	45.803	93.060
Reposición por obsolescencia	9.639	388	10.027	283.873	11.427	295.300
<b>TOTALES</b>	<b>17.296</b>	<b>1.943</b>	<b>19.239</b>	<b>509.364</b>	<b>57.229</b>	<b>566.593</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Para el escenario con tasa de encarcelamiento fijo las brechas totales son:

### Determinación de Brechas totales de Plazas y requerimientos de Infraestructura penitenciaria cerrada Escenario Tasa de Encarcelamiento Fija (m<sup>2</sup>)

> TABLA 12.17-A

ÍTEM BRECHA	PLAZAS CADA QUINQUENIO			SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	6.052	-	6.052	178.234	-	178.234
Requerimientos por incremento de población	2.219	1.942	4.161	65.348	57.194	122.543
Reposición por obsolescencia	9.639	388	10.027	283.873	11.427	295.300
<b>TOTALES</b>	<b>17.910</b>	<b>2.330</b>	<b>20.240</b>	<b>527.455</b>	<b>68.621</b>	<b>596.077</b>

553

Fuente:  
Elaboración propia.

### Determinación de Brechas totales de Plazas y requerimientos de Infraestructura penitenciaria cerrada Escenario Tasa de Encarcelamiento Fija. Con Proyectos (m<sup>2</sup>)

> TABLA 12.17-B

ÍTEM BRECHA	PLAZAS CADA QUINQUENIO			SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	6.052	-	6.052	178.234	-	178.234
Requerimientos por incremento de población	1.209	1.156	2.365	35.612	34.051	69.663
Reposición por obsolescencia	9.639	388	10.027	283.873	11.427	295.300
<b>TOTALES</b>	<b>16.900</b>	<b>1.544</b>	<b>18.444</b>	<b>497.720</b>	<b>45.478</b>	<b>543.197</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

## Inversiones requeridas

Para determinar la brecha en inversión, resulta necesario establecer un monto estimativo asociado a estas infraestructuras. Lamentablemente en los últimos años, como ya hemos visto, no existen proyectos desarrollados, salvo la reciente licitación de La Laguna de Talca, que muestra un costo de construcción de 62,4 UF/m<sup>2</sup>, que es muy superior al utilizado en los informes anteriores, de 34 UF/m<sup>2</sup>. Si bien es cierto que los costos de construcción se han incrementado en los últimos años (al ver por ejemplo los resultados de las últimas licitaciones de hospitales por la vía tradicional), esta cifra parece muy sobrevalorada para efectos de proyectar los requerimientos de inversión.

Para establecer un monto más ajustado a valores que reflejen efectivamente los costos asociados, se procedió a revisar a modo de referencia las últimas licitaciones de establecimientos hospitalarios efectuadas durante 2017, ello con el objeto de disponer de un valor de referencia "techo", puesto que los hospitales son complejas instalaciones con sofisticados sistemas sanitarios, eléctricos, transporte vertical, climatización y de gases, entre otros.

El análisis de los últimos 7 procesos licitatorios, cuyas adjudicaciones han sido tomadas razón en la Contraloría General de la República, revelan rangos unitarios entre UF 43 y UF 67 por metro cuadrado, con un valor promedio de UF 52,3 (incluidos impuestos).

Ahora bien, para efectos de estimar el costo asignable a infraestructura carcelaria, se analizó un presupuesto detallado de uno de estos hospitales, disponible en "Mercado Público", de modo de depurar aquellos ítems o conceptos que corresponden exclusivamente a establecimientos hospitalarios y por tanto no a cárceles, y de ese modo estimar un factor aplicable al valor promedio de la tabla anterior. Se concluyó que alrededor de un 80% del valor sería razonable considerar para construcciones de establecimientos penitenciarios, por lo que se propone utilizar un valor promedio de UF 42 por metro cuadrado (impuestos incluidos) como un buen indicador para estimar los costos de construcción de

las brechas existentes en la actualidad para infraestructura penitenciaria.

Se obtiene así un monto total de unos MMUS\$ 1.072 para el escenario de proyección de tasa de encarcelamiento variable, donde destaca por cierto el correspondiente a la reposición de plazas pertenecientes a establecimientos de antigüedad superior a 50 años (MMUS\$ 508), en que gran parte de este monto se debiese proyectar en el 2018. (VER TABLA 12.19-A)

Ahora bien al incorporar los 3 proyectos que se están desarrollando sea en etapa de diseño (El Arenal y Calama) o en construcción (La Laguna) y que se espera entren en operación en el decenio de análisis, las brechas así ajustadas se reflejan en la tabla siguiente (TABLA 12.19-B).

554

### Resumen de últimas valorizaciones por unidad de superficie (UF/m<sup>2</sup>) en Licitaciones de Hospitales

> TABLA 12.18

NOMBRE ESTABLECIMIENTO	VALOR OE GANADOR (MMUS\$) CON IMPUESTOS INCLUIDOS <sup>(1)</sup>	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	UF/M <sup>2</sup>	FECHA APERTURA OT
Hospital Barros Luco	368	209.394	43,0	24-04-2017
Hospital de Linares	190	93.937	49,6	25-04-2017
Hospital de Ñuble	241	128.412	46,1	28-03-2017
Hospital de Talcahuano	173	62.847	67,0	14-07-2017
Hospital de San Antonio	127	57.285	54,2	21-07-2017
Hospital de La Serena	90	40.128	54,7	10-07-2017
Hospital Marga-Marga	158	75.119	51,3	05-06-2017
<b>VALOR PROMEDIO</b>			<b>52,3</b>	

Fuente: Elaboración propia a base de Mercado público.

(1) Incluye Valores Proforma: Honorarios Revisores Independientes, Permiso de edificación y Aportes reembolsables a empresas de servicios

555

### Cálculo de Cierre de Brechas al 2027 Tasa de Encarcelamiento Variable

> TABLA 12.19-A

ÍTEM BRECHA	INVERSIÓN (MMUS\$)		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	307	0	307
Requerimientos por incremento de población	134	123	257
Reposición por obsolescencia	489	20	508
<b>TOTALES</b>	<b>929</b>	<b>143</b>	<b>1.072</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Cálculo de Cierre de Brechas al 2027 Tasa de Encarcelamiento Variable. Con Proyectos

> TABLA 12.19-B

ÍTEM BRECHA	INVERSIÓN (MMUS\$)		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	307	0	307
Requerimientos por incremento de población	81	79	160
Reposición por obsolescencia	489	20	508
<b>TOTALES</b>	<b>877</b>	<b>99</b>	<b>975</b>

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, para el escenario de tasa de encarcelamiento fija se presentan los respectivos resultados sin y con proyectos en curso.

#### Cálculo de Cierre de Brechas al 2027 Tasa de Encarcelamiento Fija

> TABLA 12.20-A

ÍTEM BRECHA	INVERSIÓN (MMUS\$)		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	307	0	307
Requerimientos por incremento de población	112	98	211
Reposición por obsolescencia	489	20	508
<b>TOTALES</b>	<b>908</b>	<b>118</b>	<b>1.026</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

556

#### Cálculo de Cierre de Brechas al 2027 Tasa de Encarcelamiento Fija. Con Proyectos

> TABLA 12.20-B

ÍTEM BRECHA	INVERSIÓN (MMUS\$)		
	2018-2022	2023-2027	TOTAL
Cierre de Brechas por sobreuso (al año 2017)	307	0	307
Requerimientos por incremento de población	61	59	120
Reposición por obsolescencia	489	20	508
<b>TOTALES</b>	<b>857</b>	<b>78</b>	<b>935</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

**La cárcel de Rancagua (en la foto) marcó un hito al ser la primera que se concesionó en 2005.**





# Recomendaciones de acción

558

Lamentablemente hasta ahora, en los últimos años no se ha avanzado en la definición e implementación de una política pública que permita hacerse cargo del sistema de administración de penas desde una mirada integral, involucrando a los distintos actores de la sociedad: Gobierno, legisladores, Poder Judicial, institutos de pensamiento, policías y comunidad. En ese sentido parece relevante cuestionarse si el encarcelamiento como mecanismo punitivo se está utilizando adecuadamente o si su uso está causando un mayor daño a las personas con ciertas vulnerabilidades u otras características, y qué medidas alternativas se pueden implementar hacia una política de rehabilitación y reinserción social de los internos. Del mismo modo, la administración del sistema penitenciario requiere de un profundo rediseño de sus facultades y procesos, así como el establecimiento de una política de desarrollo de infraestructura penitenciaria que permita por un lado reducir la brecha de hacinamiento, como también mejorar las condiciones de habitabilidad de gran parte de los recintos penitenciarios, juntamente con la eficiencia operacional de los mismos.

A lo anterior se debe agregar los niveles de inseguridad y de insatisfacción respecto de la administración de la justicia que percibe la población chilena. En ese sentido parece fundamental que el próximo gobierno se aboque a definiciones políticas y jurídicas que permitan establecer un marco jurídico actualizado,

compatible con la realidad del Chile de hoy, y con los compromisos que ha adquirido con los distintos organismos internacionales, en relación a la materia. Por otra parte, el presente informe evidencia que la magnitud de las brechas proyectadas en materia de requerimientos de infraestructura y financiamiento asociado son de gran magnitud, y constituyen un desafío enorme, especialmente cuando estas inversiones compiten con otros sectores de mayor visibilidad y alcance de corto plazo (escuelas, hospitales, infraestructura vial, entre otros), en un período de restricciones presupuestarias como enfrentará el próximo gobierno.

Sin perjuicio de lo anterior, observando la situación a nivel mundial y las tendencias imperantes, es posible efectuar las siguientes recomendaciones desde la perspectiva del sistema de administración penitenciaria:

- A. Revisión de los procesos de administración de Gendarmería de Chile**, de modo de adaptarla a las necesidades actuales del país y la situación carcelaria, poniendo acentos en la incorporación de tecnologías de información que apunten a la optimización de procesos, así como el *accountability* institucional.
- B. Diseño de un Plan de Inversiones** enfocado a la realización de establecimientos (nuevos o de sustitución) con un enfoque de eficiencia operacional, es decir es-

tableciendo tamaños mínimos para su concreción. Asimismo, resulta necesario introducir en sus diseños: condiciones de habitabilidad que disminuyan el hacinamiento, así como entregar condiciones favorables a la reinserción social; tecnologías de información que apoyen los procesos de vigilancia y seguridad de los recintos, como también de su rendición de cuentas; condiciones de diseño de una infraestructura y operación resiliente que mitigue los efectos de los siniestros naturales y permita de ese modo cuidar la seguridad y vida de la población penal y los gendarmes y funcionarios. El llamado es por tanto a repensar las remodelaciones menores de establecimientos pequeños y organizar el sistema penitenciario de manera eficiente. Solo recordar que los establecimientos concesionados son todos de tamaño superior a las 1.700 plazas y genera un 35% de la oferta disponible del sistema.

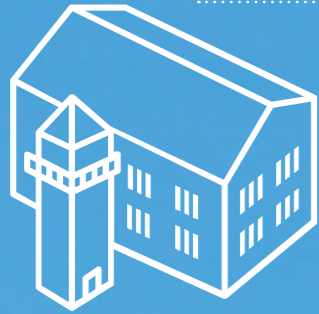
- C. Iniciar con urgencia procesos de búsqueda de terrenos** en las regiones con más déficit: Metropolitana, Valparaíso, y Concepción considerando las recomendaciones que se indican en el numeral IV) siguiente, así como comenzar los respectivos diseños de sus establecimientos para reducir el déficit general, con capacidades superiores a 1.500 plazas para buscar economías de escala. Debiesen desarrollarse con criterios similares a los utilizados en los últimos proyectos como La Laguna (Talca) y El Arenal (Copiapó), que ya muestran indicios de un enfoque dirigido a una mejor reinserción social y laboral de los internos. En este sentido y al margen del desarrollo de infraestructura penitenciaria, parece razonable que el país conduzca la formulación de políticas públicas tendientes a la planificación territorial de las ciudades, de modo de definir y asignar zonas hacia la consecuencia de estos proyectos como otros necesarios para el desarrollo de las ciudades (zonas industriales, rellenos sanitarios, plantas de aguas servidas, entre otros).
- D. Plan de sensibilización social.** Una vez desarrollado el plan de inversiones y definido los mecanismos de financiamiento

resulta esencial el desarrollo de estrategias comunicacionales para asegurar que las comunidades aledañas a los terrenos elegidos acepten razonablemente la instalación de esta infraestructura. Este aspecto es crítico, puesto que la experiencia ha demostrado que muchos proyectos no se han podido implementar, entre otros factores, por la renuencia de las comunidades.

- E. Retomar el mecanismo de asociación público-privada (APP)** como fórmula eficiente de financiar y operar cárceles, permitiendo de ese modo disponer de las condiciones favorables para que Gendarmería se centre en las funciones de seguridad y vigilancia de la población penal. En ese sentido, a la luz de la experiencia de casi 15 años parece recomendable revisar la cartera de servicios, sus especificaciones técnicas, así como las condiciones de satisfacción exigidas, de modo que acentúen la perspectiva de reinserción social y laboral.
- F. Resiliencia:** Dada las catástrofes producto de desastres naturales y antrópicos, inherente a la naturaleza del servicio que prestan estas infraestructuras, resulta interesante no solo acoger las recomendaciones propias del diseño y de la operación de estos establecimientos, sino que propiciar el acoger ciertas prácticas de las obras públicas concesionadas como lo son los seguros contra catástrofes. En ese sentido, parece interesante investigar y diseñar productos de aseguramiento y de financiamiento del riesgo, asociado al impacto de fenómenos catastróficos en estos activos públicos, pudiendo ser una alternativa eficaz para enfrentar estas situaciones críticas.
- G.** Asimismo, parece necesario desarrollar **estrategias de acompañamiento en libertad** a los procesos en coherencia a los programas internos de rehabilitación laboral que se desarrollan. Estas funciones podrían ser desarrolladas perfectamente bajo fórmulas de colaboración público-privada, vinculados o no a los sistemas de concesión de obra pública antes mencionado, mediante convenios con organizaciones no gubernamentales (ONG) afines.

559

## Resumen



**10.027**

plazas debieran sustituirse por obsolescencia en el período 2018-2027.

**19.239**

plazas de déficit se estima habrá en 2027.

Lo que se traduce en el incremento de **567** mil m<sup>2</sup> adicionales.



**49,5**

por ciento de las plazas son concesionadas.

**106,6**

por ciento es la tasa de ocupación promedio.

Chile es el 4° país con mayor tasa de encarcelación de la OCDE; detrás de EE.UU., Israel y Turquía.

La mitad de los establecimientos actuales tienen una antigüedad superior a los 50 años, lo que corresponde a 9.397 plazas.

**84**

establecimientos penitenciarios están cerrados.

**40.368**

monto total de plazas del sistema cerrado.



MMUS\$

**975**

inversión estimada para el período 2018-2027, considerando:

- El cierre del déficit de plazas.
- La construcción de nuevos recintos.
- La reposición de la infraestructura que ya cumplió su vida útil.





**EDUCACIÓN**

# Resumen Ejecutivo

564

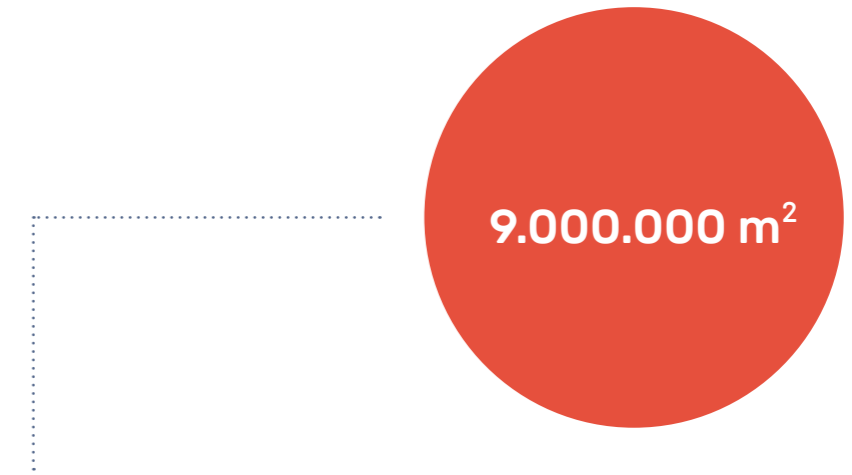
El propósito del presente capítulo es el de llevar a cabo un análisis de la situación actual de la infraestructura educativa en Chile, identificando las principales carencias de la misma y definiendo una brecha a cubrir en los próximos diez años. Para ello, se parte del trabajo realizado en la anterior versión de este informe, que abarcaba el período 2016-2027, actualizando la información, mejorando ciertos aspectos de la estimación y realizando un seguimiento del avance ejecutado en estos dos años con respecto a la brecha definida anteriormente.

Junto con la revisión y actualización de los requerimientos en materia de infraestructura educativa, se hace especial énfasis en los cambios normativos, claves para el sector, que se han desarrollado en los dos últimos años: la implementación de las leyes N° 20.845 de Inclusión Escolar y N° 21.040 de creación del Sistema de Educación Pública. En el primer caso, la nueva ley elimina el lucro, el proceso de selección y el copago en los establecimientos educacionales que reciben financiamiento del Estado. En el segundo, se crea el Sistema de Educación Pública, generando una nueva organización del sistema educativo que traspasa los establecimientos educacionales que actualmente dependen de las municipalidades a los nuevos Servicios Locales de Educación Pública, que serán los encargados de la provisión de educación en los territorios correspondientes.

Si bien todavía hay alta incertidumbre en lo relativo al efecto que la aplicación de ambas leyes tendrá sobre la infraestructura escolar en un futuro, existen algunas nociones de cómo podrían afectar a la misma. En el caso de la Ley de Inclusión, su aplicación podría resultar en cierta migración de centros actualmente subvencionados al sistema privado, lo que supondría una liberación de recursos para el sector público. Por su parte, la creación del Sistema de Educación Pública podría traer como beneficio una optimización en el uso de la infraestructura, mediante una mejora en la asignación de los alumnos en los centros dependientes de los Servicios Locales de Educación Pública. En cualquier caso, durante la transición hacia lo propuesto en estos cuerpos legales, será clave la priorización en aquellas acciones coherentes con el esquema de provisión de servicios educativos en infraestructura pública.

En cuanto a los requerimientos estimados en este capítulo, se vuelven a centrar en la mejora de los estándares aplicados a las aulas y al resto de espacios educacionales (tales como gimnasios, talleres, comedores, laboratorios, bibliotecas, etc.), junto con la finalización de la implementación de la JEC en todos los establecimientos del país. Los resultados obtenidos muestran que existe la necesidad de construir unos 9.000.000 m<sup>2</sup> para alcanzar los parámetros definidos como adecuados en la infraestructura, lo que se estima en una inversión de unos US\$15.700 millones.

Fuente:  
Elaboración propia.



Es lo que se necesita para alcanzar una situación adecuada en la infraestructura de educación. US\$15.700 millones es la inversión requerida.

Por último, el seguimiento de los progresos realizados desde el anterior informe revela que, si bien han sido constantes, todavía son discretos, cubriendo tan solo una pequeña parte de lo identificado en 2016.

565

Requerimientos a futuro y avance brecha anterior > TABLA 13.1

TIPO DE REQUERIMIENTO	MILLONES DE DÓLARES			
	AVANCE BRECHA ANTERIOR 2016-2025		REQUERIMIENTOS A FUTURO	
	INICIAL	AVANCE	2018-2022	2018-2027
<b>AULAS</b>				
Ampliación de aulas ya existentes	2.250	7	313	3.703
Rehabilitación de aulas	1.995	3	384	3.006
Avance JEC	449	156	0	658
<b>ESPACIOS COMUNES</b>				
Mejoramiento espacios educativos existentes	2.745	105	522	4.096
Cocina comedores	593	4	122	949
Gimnasios	816	4	615	1.234
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN</b>	884	28	196	1.365
<b>MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO</b>	450	14	98	682
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>10.182</b>	<b>321</b>	<b>2.249</b>	<b>15.693</b>

## Reseña de sector

El Estado de Chile deja en manos del Ministerio de Educación (Mineduc) el rol rector del sistema educacional<sup>1</sup>. Los establecimientos educacionales públicos de Enseñanza Básica y Media existentes están hoy fuera de la dependencia administrativa del Mineduc, correspondiendo a los sostenedores municipales realizar esta función en la jurisdicción comunal. La administración de la red educativa puede hacerse directamente a través de la creación de una unidad específica inserta en su organigrama: el Departamento de Administración de Educación Municipal (Daem) o vía corporaciones creadas para esos efectos.

Con la implementación de la Ley de Nueva Educación Pública, aparecen 70 Servicios Locales de Educación y un servicio público centralizado, dependiente del Ministerio de Educación, denominado Dirección de Educación Pública (DEP), a la que le corresponderá la conducción estratégica y la coordinación del sistema, velando para que los Servicios Locales provean una educación de calidad en todo el territorio nacional. Mientras esta ley esté en proceso implementación<sup>2</sup>, habrá sostenedores del sector público (municipalidades y corporaciones municipales), Servicios Locales de Educación y particulares subvencionados. Este sistema seguirá funcionando bajo una lógica de subsidio a la demanda, donde los padres pueden escoger el establecimiento educativo para sus hijos entre prestadores con financiamiento estatal total o parcial del servicio.



1. Este estudio considera el rol del Mineduc en relación a la Educación Escolar Diurna.
2. La implementación total de las nuevas leyes no podrán exceder el 31 de diciembre de 2030. No obstante, hay temas con fechas previas de ejecución.



### Oferta de infraestructura escolar a nivel país 2017

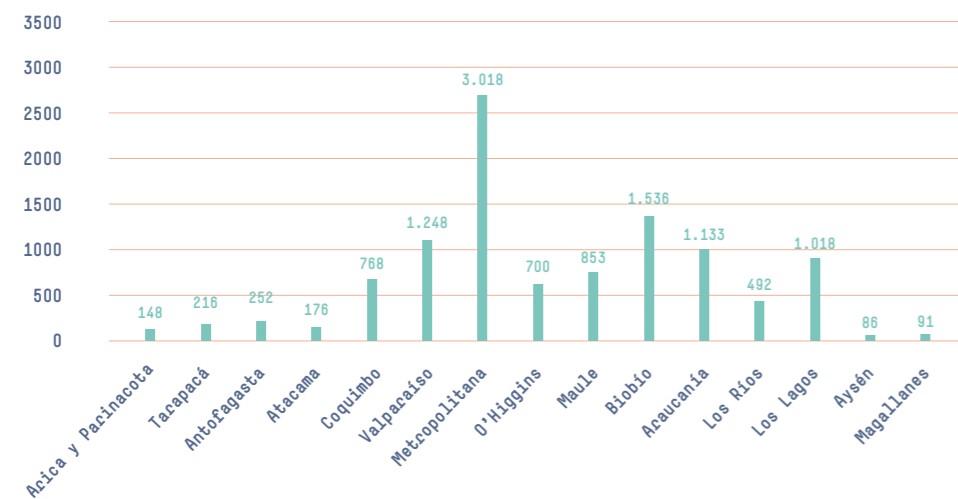
El registro de estudiantes de Chile al 30 de abril del 2017<sup>3</sup> indica que hay un total de 11.735 establecimientos educacionales con una matrícula total de 3.548.242 estudiantes. Se aprecia que el 50% (5.862) de los establecimientos son particulares subvencionados, el 35% (4.108) están bajo administración municipal vía los departamentos de administración escolar municipal, Daem, y el 9% (1.088) corresponde a establecimientos administrados por corporaciones municipales a través de una institución de derecho privado que cumple el rol de sostenedor. Adicionalmente, existen 70 establecimientos de administración delegada que corresponden a colegios de

Enseñanza Técnico Profesional de propiedad del Mineduc. Por último, el 5% restante (607) corresponde a establecimientos particulares, que no reciben ningún financiamiento público.

En cuanto a la distribución de las matriculaciones, el patrón es similar, con predominio dentro del sector con financiamiento público del particular subvencionado, que concentra 1.941.069 matriculas (el 55%), seguido por el sector municipal en su conjunto con 1.274.021 matriculas (un 36%), y los establecimientos de administración delegada con 45.625 (un 1,2%). El sector privado, por su parte, agrupa el 8,1% de la matrícula total, equivalente a 287.527 alumnos.

3. Datos preliminares.

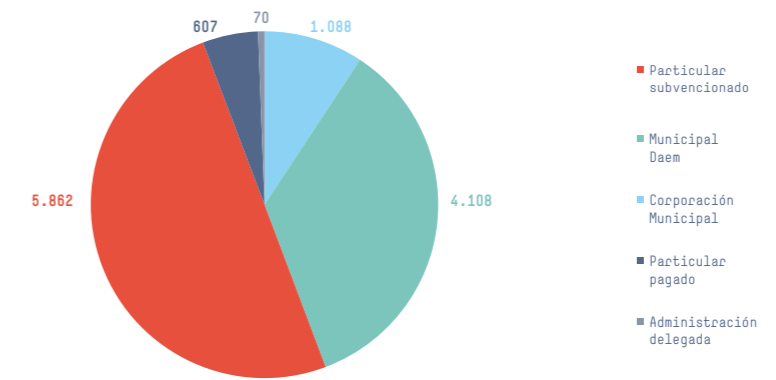
Número de establecimientos educacionales por región. > FIGURA 13.1



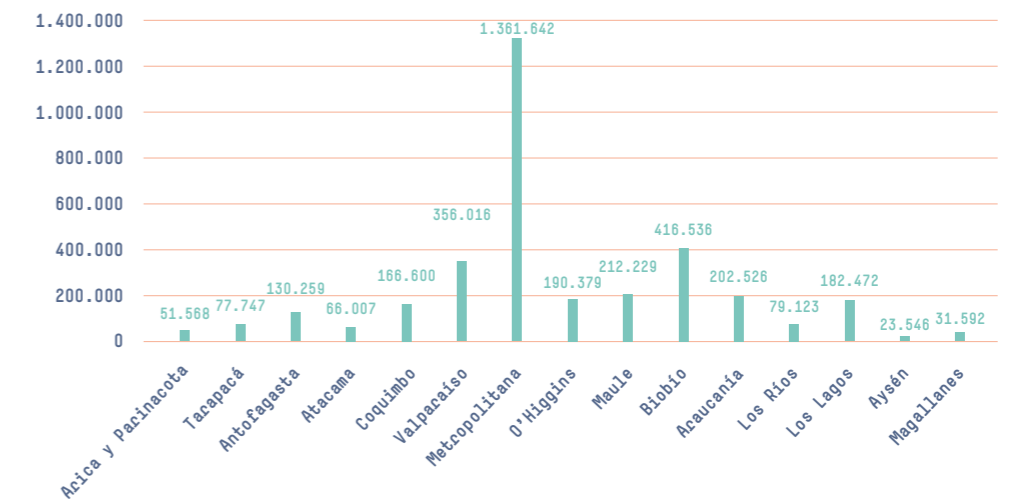
Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.

Número de establecimientos educacionales según sostenedor. > FIGURA 13.2

Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.



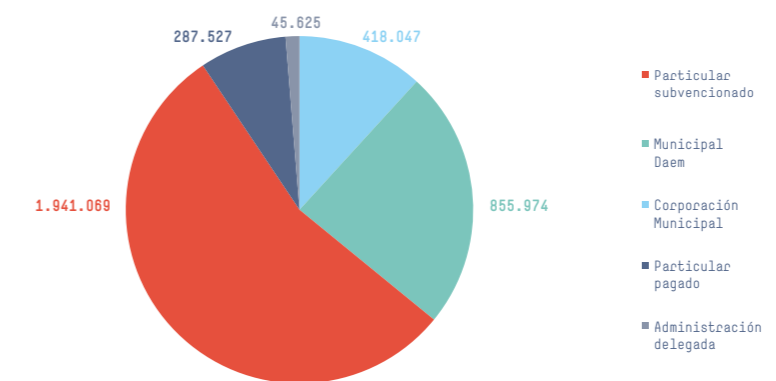
Matrícula de establecimientos educacionales por región. > FIGURA 13.3



Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.

Matrícula de establecimientos educacionales según sostenedor. > FIGURA 13.4

Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.



## Modificaciones institucionalidad legal

Desde la elaboración del ICD 2016 hasta el presente informe, se ha llevado a cabo la implementación de dos cuerpos legales clave para el Sector Educación. El primero es la Ley N° 20.845, que entró en vigencia en marzo de 2016, de "Inclusión Escolar que regula la admisión de los estudiantes, elimina el financiamiento compartido y prohíbe el lucro en establecimientos educacionales que reciben aportes del Estado", en adelante Ley de Inclusión. Mediante este cuerpo legal se ha puesto fin al lucro, al proceso de selección de alumnos y al copago en todos los establecimientos que reciben subvención escolar. No obstante, la provisión de servicios de educación sigue siendo mixta con establecimientos públicos, particulares subvencionados y colegios particulares pagados. Los principios tras la Ley de Inclusión son la no discriminación arbitraria, gratuidad progresiva y educación integral.

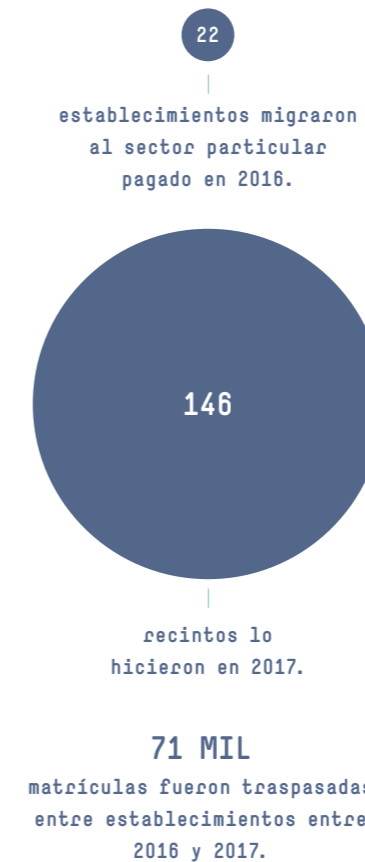
En lo que respecta al fin del lucro, la Ley de Inclusión indica que al 31 de diciembre de 2017, todos los sostenedores que reciben subvención del Estado deberían estar constituidos como personas jurídicas sin fines de lucro (Corporaciones/Fundaciones según definición del Código Civil, Corporaciones Educacionales o Entidades Individuales Educacionales según lo indica la Ley de Inclusión). Además, señala que desde 1 de marzo de 2016, todos los recursos deben ser destinados a fines educativos, especificando el artículo 3 de la Ley de Subvenciones por extensión el concepto de fines educativos.

En lo que respecta al fin de la selección de alumnos, todos los establecimientos que reciben aportes del Estado deben realizar procesos de admisión conforme a principios de transparencia, educación inclusiva, accesibilidad universal, equidad y no discriminación arbitraria, considerando el derecho de los padres a elegir el establecimiento educacional para sus hijos. El procedimiento de postulación es presencial o remoto realizado a través de un registro público. Todos los postulantes deben ser admitidos en casos en que la oferta de cupos sea mayor a la demanda. Si no se da esa condición, se aplica un procedimiento aleatorio bajo los criterios de prioridades que indica la ley. Este proceso de fin a la selección de alumnos tiene una aplicación gradual y será universal al inicio del año escolar 2020.

En relación al copago, este también tendrá una eliminación progresiva. El copago del año 2015 fue congelado en UF y, con el aumento de la subvención escolar, irá disminuyendo año a año hasta extinguirse. Por lo tanto, se espera que al año 2018, el 93% de los alumnos y alumnas en Chile estudien de manera gratuita. Asimismo, los colegios que se adhieran a la gratuidad no pueden realizar ninguna clase de cobros. Para incrementar los aportes del Estado al proceso de gratuidad, el Mineduc ha puesto a disposición de los sostenedores la Subvención Escolar Preferencial, en adelante SEP, Incrementada, SEP Preferente y el Aporte Gratuidad, con requisitos para solicitarla.

# 2020

es el plazo para el término de la selección de alumnos, una medida que será universal en el sistema educativo chileno.



Fuente:  
Elaboración propia con datos del estudio "Primeros efectos de la ley de inclusión: total incertidumbre", realizado por Libertad y Desarrollo.



**Desde el último ICD, se han implementado dos cuerpos legales clave para el Sector Educación: la Ley de Inclusión, y la Ley que crea el Sistema de Educación Pública.**

El segundo cuerpo legal corresponde a la Ley N° 21.040 que crea el Sistema de Educación Pública. De acuerdo a esta normativa, el sistema estará integrado por los establecimientos educacionales que actualmente dependen de las municipalidades y corporaciones municipales, los cuales serán trasladados a los Servicios Locales de Educación Pública. Estos últimos constituirán 70 servicios públicos descentralizados, cuyo objeto único será la provisión del servicio educacional en sus respectivos territorios de competencia<sup>4</sup>. Existirá una Dirección de Educación Pública a nivel del Mineduc que tendrá por objeto coordinar a los Servicios Locales y velar porque provean una educación pública de calidad a lo largo de todo el país. Por otro lado, estos servicios ejercerán su competencia en unidades territoriales que comprenderán una o más comunas dentro de una misma región (determinado mediante un decreto supremo), abarcando conjuntamente la totalidad de las comunas del país.

Para el cumplimiento de su objetivo, cada servicio local podrá, entre otras funciones y atribuciones, “determinar la apertura, fusión o cierre de establecimientos públicos dentro del territorio de su competencia”, y “fomentar el trabajo colaborativo en red de los establecimientos educacionales de su dependencia; entre otras”. Lo anterior, implica que podrá optimizar el uso de los espacios entre los establecimientos que compondrán el Sistema Local, tema que ocurrirá solo después de

estar en posesión de la red local y tener los respectivos estudios diagnósticos, al menos un par de años para los Servicios Locales que inician el plan piloto.

La Ley establece responsabilidades especiales que los Servicios Locales deberán cumplir con sus establecimientos, tales como velar que cuenten con un equipo directivo y docente calificado; proveer una oferta curricular acorde al currículum nacional y pertinente al contexto local; implementar un sistema de monitoreo y seguimiento del progreso de los aprendizajes; desarrollar iniciativas de apoyo y atención diferenciada, tanto en las actividades curriculares como extra-curriculares, cuidar por el acceso de sus estudiantes a recursos para el aprendizaje, tecnología y bibliotecas; fomentar la participación de la comunidad educativa; velar por la existencia y mantención de una adecuada infraestructura y equipamiento; promover la calidad y pertinencia de las especialidades técnico-profesionales, vinculándolas con las necesidades del entorno productivo y social; entre otras. Además, “deberán asegurar que los establecimientos no tengan un número mayor de 35 alumnos por curso, para lo cual se dispone que el director ejecutivo podrá definir una gradualidad especial para cada establecimiento”. Esto podría implicar un aumento de la necesidad de aulas, y conllevará una demanda de espacios complementarios que crecen proporcionales al número de aulas, en aquellos establecimientos que sobrepasan el guarismo.

4. La distribución de los futuros servicios según región será la siguiente: uno en Arica y Parinacota, dos en Tarapacá, dos en Antofagasta, dos en Atacama, cuatro en Coquimbo, nueve en Valparaíso, dieciséis en la Región Metropolitana, seis en O'Higgins, cuatro en el Maule, once en el Biobío, cinco en la Araucanía, dos en Los Ríos, cuatro en Los Lagos, uno en Aysén y uno en Magallanes.

5. Esta cantidad corresponde aproximadamente al piso de FNDR y los recursos del programa de fortalecimiento del año 2017.

6. Este cuerpo legal es clave para alinear las inversiones con objetivos programáticos.

7. Algunas de las leyes que se modifican son el D.F.L. N° 1-3.603, la Ley Orgánica de Municipalidades (D. F. L. N° 1 de 2006, del Ministerio del Interior, que fija el texto refundido de la Ley 18.695), el decreto Ley N° 3.166, la Ley N° 18.956, la Ley General de Educación (D. F. L. N° 2, de 2009, del Ministerio de Educación, que fija el texto refundido de la Ley 20.370) o la Ley 20.529.



**11.735 establecimientos educacionales existen en Chile, con una matrícula total de 3.548.242 estudiantes.**

Para lo anterior, la Ley indica que los Servicios Locales contarán con un financiamiento basal para cubrir los costos de operación administrativa y la gestión técnico-pedagógica, los cuales serán contemplados en la Ley de Presupuestos del sector público. Asimismo, contarán con un fondo especial, denominado Programa de Fortalecimiento de la Educación Pública que considerará anualmente al menos MM\$ 130.000, para fines tales como infraestructura, equipamiento, innovación, trabajo en red y desarrollo de capacidades. De dicho programa, los recursos que cada año se destinen a infraestructura y equipamiento serán al menos MM\$ 80.000<sup>5</sup>, los que se asignarán de acuerdo con criterios adecuados a las necesidades. Los recursos del Programa serán asignados por la Dirección de Educación Pública según criterios y mecanismos precisos y objetivos establecidos en un reglamento<sup>6</sup>. Cabe señalar que, durante el período de transición, estos recursos también considerarán a las municipalidades y corporaciones municipales que aún no hubieran traspasado el servicio educacional.

Lo anterior, no considera los recursos del Fondo de Apoyo a la Educación Pública, en adelante Faep, creado por la Ley de Inclusión Escolar. El monto anual del Faep ascenderá a MM\$250.000 para los años 2018 a 2019, MM\$200.000 para el año 2020, MM\$150.000 para el año 2021 y MM\$100.000 para los años 2022 al 2025. A medida que vayan disminuyendo los recursos de este fondo, se tenderá

a incrementar el monto considerado en el Programa de Fortalecimiento.

La Ley que crea el Sistema de Educación Pública tendrá un impacto sobre varios cuerpos legales, ya que implica un cambio estructural: la desmunicipalización de la educación provista por el Estado. Este cambio también implica una modificación en el tamaño de la administración de educación, que pasará de ser comunal a un tamaño variable (una comuna o agrupaciones de comunas, hasta llegar a una región, en algunos casos), dependiendo de las condiciones de cada territorio. Para materializar estos cambios, la ley realiza amplias modificaciones formales de leyes directamente involucradas con la prestación del servicio educacional (se modifican nomenclaturas, ámbitos territoriales y ciertos procedimientos, adaptando las leyes a la nueva institucionalidad)<sup>7</sup>. Asimismo, se incorporan algunos cambios sustantivos al Sistema de Aseguramiento de la Calidad, con el fin de resguardar la apropiada relación entre dicho sistema y los nuevos sostenedores públicos.

La clave para una correcta implementación de la nueva institucionalidad creada por la presente ley consiste en establecer reglas claras para el traspaso del servicio educacional desde las municipalidades y corporaciones municipales a los Servicios Locales. Este traspaso involucra la transferencia de los bienes (muebles e inmuebles) y del personal (funcionarios de Daem y corporaciones, docentes y asistentes de la educación de los



establecimientos educacionales). Asimismo, la instalación de los Servicios Locales requiere una implementación gradual y un plan para la transición, que asegure la continuidad del servicio y fortalezca a la educación pública durante el proceso.

Para la instalación de los Servicios Locales de Educación Pública, el Presidente de la República, mediante decreto supremo, debe establecer un calendario con un ingreso gradual en ocho años (2018-2025), por medio de dos etapas. La primera etapa se extenderá entre el presente año y el año 2021, momento en que se realizará una evaluación de medio término por parte de un Consejo de Evaluación integrado por destacados profesionales. Sobre la base de un informe de este Consejo, el Presidente de la República podrá disponer que se modifique el calendario de la segunda etapa, que abarcará entre el año 2022 y el 2025, pudiendo incluso extender la instalación por un nuevo período, previo informe favorable del Consejo de Evaluación. Con todo, el proceso total no podrá extenderse más allá del año 2030. Se establece como fecha para el traspaso del servicio educacional el 1º de enero del año siguiente a la entrada en funcionamiento del Servicio Local respectivo. Dicho traspaso se efectuará por el solo Ministerio de la Ley. Finalmente, el Mineduc podrá autorizar a los municipios que cumplan con una serie de requisitos ligados a postergar el traspaso del servicio educacional hasta el final del proceso de transición al nuevo sistema.

Específicamente en lo que se refiere al cronograma de implementación de la ley, se ha definido el calendario inicial de conformación de los sistemas locales. La primera etapa de instalación indica que entre la fecha de publicación de la ley (24 de noviembre de 2017) y el 30 de junio de 2018 deberá entrar en funcionamiento un sistema local en la Región Metropolitana que comprende las comunas



## Junio de 2018 es la fecha límite de implementación de los Sistemas Locales en 14 comunas de 4 regiones. 2025 es el plazo máximo a nivel nacional.

de Lo Prado, Pudahuel y Cerro Navia, uno en la Región de Coquimbo, el cual comprende las comunas de Coquimbo y Andacollo. Asimismo, entre el 1 de enero y 30 de junio de 2018, entrarán en funcionamiento un servicio local en la Región de Atacama, comunas de Vallenar, Alto del Carmen, Freirina y Huasco, y otro en la Región de la Araucanía, comunas de Nueva Imperial, Carahue, Toltén, Teodoro Schmidt y Puerto Saavedra. Desde ahí en adelante el artículo fija un cronograma de instalación de los servicios locales hasta el año 2025.

Considerando lo anterior, aún es difícil determinar con certeza los efectos que tendrá la Nueva Educación Pública sobre la infraestructura de los Sistemas Locales. Sin embargo, teniendo en cuenta la información de aulas, matrículas y tamaños promedios de cursos por región se puede observar lo siguiente:

Regiones, sistemas locales, promedios alumnos por curso por sostenedor por región 2017. > TABLA 13.2

REGIÓN	Nº SISTEMAS LOCALES	CORPORACIÓN MUNICIPAL (PROMEDIO ALUMNOS/CURSO)	MUNICIPAL DAEM (PROMEDIO ALUMNOS/CURSO)	ADMINISTRACIÓN DELEGADA (PROMEDIO ALUMNOS/CURSO)
Arica y Parinacota	1		28	
Tarapacá	2	31	19	24
Antofagasta	2	36	29	
Atacama	2		29	
Coquimbo	4	25	21	28
Valparaíso	9	24	24	42
Metropolitana	16	33	33	35
O'Higgins	6	31	23	36
Maule	4		24	40
Biobío	11		24	40
La Araucanía	5		23	30
Los Ríos	2	20	25	
Los Lagos	4	20	24	41
Aysén	1		21	21
Magallanes	1	27	20	

Fuente:  
Elaboración propia.

La tabla superior muestra que las regiones de Aysén, La Araucanía, Maule, Biobío, Coquimbo, Valparaíso, Los Ríos y Tarapacá deberían tener menos dificultades para reordenar la red de establecimientos, aprovechando los espacios ya construidos para capacidades máximas de 45 alumnos/curso en las ciudades o vecindades que permitan el desplazamiento de alumnos. De hecho, uno de los planes piloto de implementación de la ley marca el inicio en comunas de la región de La Araucanía. Estas condiciones podrían fijar la ruta de implementación en el mediano plazo.

La implementación, en estas regiones que parecen más favorables, estará sujeta a la elaboración de los estudios de redes educativas de los sistemas locales y de movimiento de alumnos, instrumento clave para la optimización de los establecimientos que estarán en manos de los sostenedores públicos. Lo anterior, podría reducir las cantidades de obras y consecuentemente los montos de inversión. Por el contrario, en las regiones que en el promedio de alumnos por aulas es cercano a los 35, la implementación de la NEP podría implicar aumentos marginales de aulas al analizar la situación por agrupaciones de comunas.

# Situación actual y diagnóstico

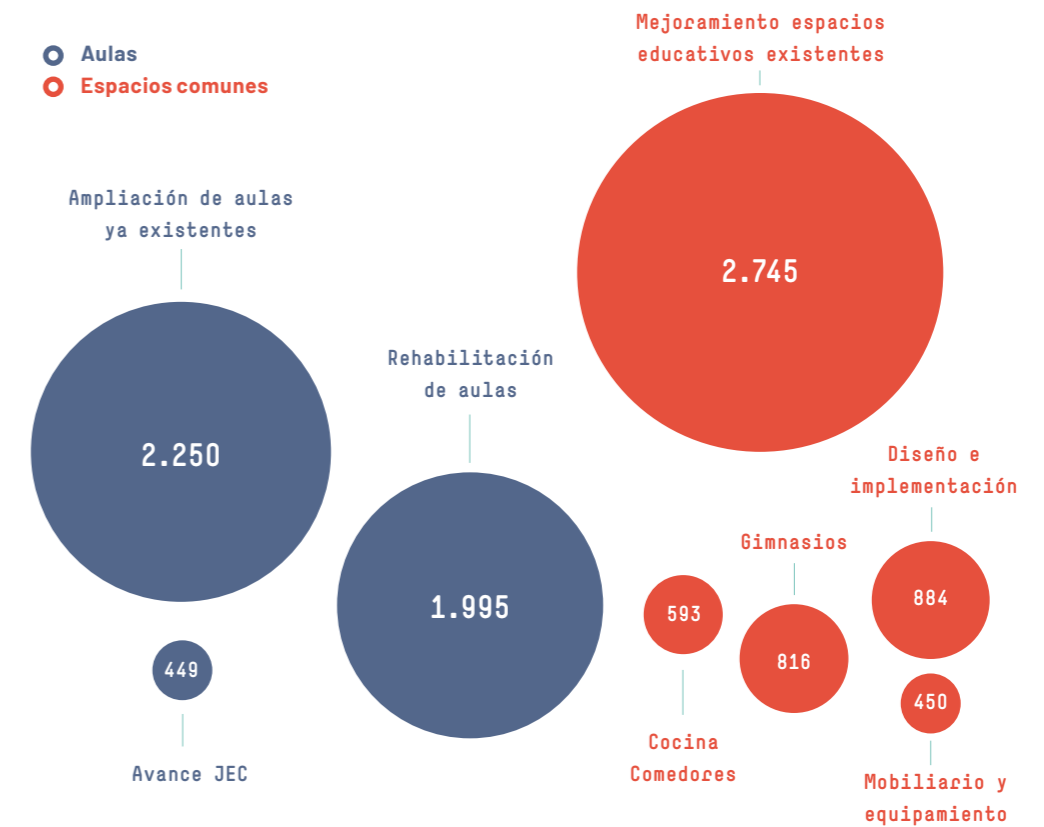
576

## Progreso brecha 2016-2025

En el informe 2016 se determinó la brecha de intervención para mejorar los espacios educativos y terminar el régimen de JEC, además de realizar una propuesta de gimnasios a emplazar en establecimientos elegibles existentes. En lo que se refiere a JEC, en la anterior edición del informe se determinó la necesidad de construir 5.717 aulas. En el ICD 2018 se mejoró la metodología y, al aplicarla nuevamente a los datos del registro de estudiantes del año 2015, el número de aulas existentes correspondería a 92.796. Así, el total de aulas necesarias para implementar la JEC a todos los estudiantes de 3° básico en adelante se reestimó en 96.773, lo que hace que la brecha de aulas con este método para el ICD 2016 quede fijada en 3.977. Consideran-

do este ajuste en los requerimientos JEC, la superficie demandada a materializarse con estas aulas sería de 334.068 m<sup>2</sup> (teniendo en cuenta el promedio de matrícula por curso, 28 alumnos, y la superficie de 3 m<sup>2</sup> atribuida por alumno en un establecimiento escolar). Con respecto a la propuesta de gimnasios, se indicó en el informe 2016 que el 48% de la matrícula para ese año se concentraba en establecimientos educativos que estaban en el rango de 401-1.000 alumnos. Esto equivalía a 2.096 establecimientos. De estos se debían seleccionar los establecimientos para construir los 1.000 gimnasios. La valorización de las necesidades de inversión 2016 con los ajustes de JEC por cambio de metodología es la siguiente:

Resumen de necesidades de inversión, ICD 2016-2025, MMUS\$.



577

Resumen de necesidades de inversión ICD 2016, MMUS\$ > TABLA 13.3

TIPO DE REQUERIMIENTO	COSTOS TOTALES MMUS\$ (2016-2025)
<b>AULAS</b>	
Ampliación de aulas ya existentes	2.250
Rehabilitación de aulas	1.995
Avance JEC	449
<b>ESPACIOS COMUNES</b>	
Mejoramiento de espacios educativos existentes	2.745
Cocina comedores	593
Gimnasios	816
Diseño e implementación (10%)	884
Mobiliario y equipamiento (5%)	450
<b>INVERSIÓN TOTAL US\$</b>	<b>10.182</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

### Ampliación de aulas ya existentes

Los avances en ampliación de aulas para los años 2016 y 2017 se han obtenido de los registros de información de inversiones del Mineduc y el FNDR (correspondientes a las transferencias realizadas para la ejecución de los proyectos de inversión para ambos años). Estas están ordenadas por tipologías de proyectos, los cuales han sido homologados a la apertura del informe ICD. Los registros indican una ejecución acumulada de US\$ 7.038.140 en proyectos de ampliación de establecimientos educativos durante el período.

### Rehabilitación de aulas

Los avances en intervenciones de rehabilitación de aulas han sido medidos en función de los recursos que se destinan a conservación de establecimientos educacionales, intervención que se ajusta en su descripción y la adecuación de espacios educativos para los procesos de aprendizaje que tienen que ver con alinear los espacios a las realidades educativas. Durante los años 2016-2017 se han obtenido de los registros de información de inversiones del FNDR los montos invertidos para ambos años. La inversión acumulada es de US\$2.568.735

### Avance JEC

Los registros de inversiones en reposiciones de establecimientos educativos y construcción de nuevos establecimientos indican una inversión de US\$156.386.673 para los años 2016-2017. Dado que solo se puede reponer y construir establecimientos de sostenedores municipales en el modalidad de JEC, esta inversión contribuye al cierre de la brecha de JEC para el sector municipal. Esta tarea ha sido cofinanciada por el Mineduc y el FNDR.

**2,5 m<sup>2</sup>/alumno es la superficie mínima de patios que deben tener los establecimientos.**

### Mejoramientos de espacios educativos existentes

En lo que respecta a espacios educativos, el registro de inversiones de Mineduc muestra el segundo monto más alto en la clasificación de tipos de inversión. Para los años 2016-2017 el gasto fue de US\$105.153.447. Estos recursos corresponden a inversiones en mejoramiento de espacios educativos (talleres, salas de informática, etc.), instalaciones (agua potable, alcantarillado, electricidad), y mejoramientos de patios y espacios para la educación prebásica. Esta tarea ha sido financiada por el Mineduc.

### Cocina-Comedores

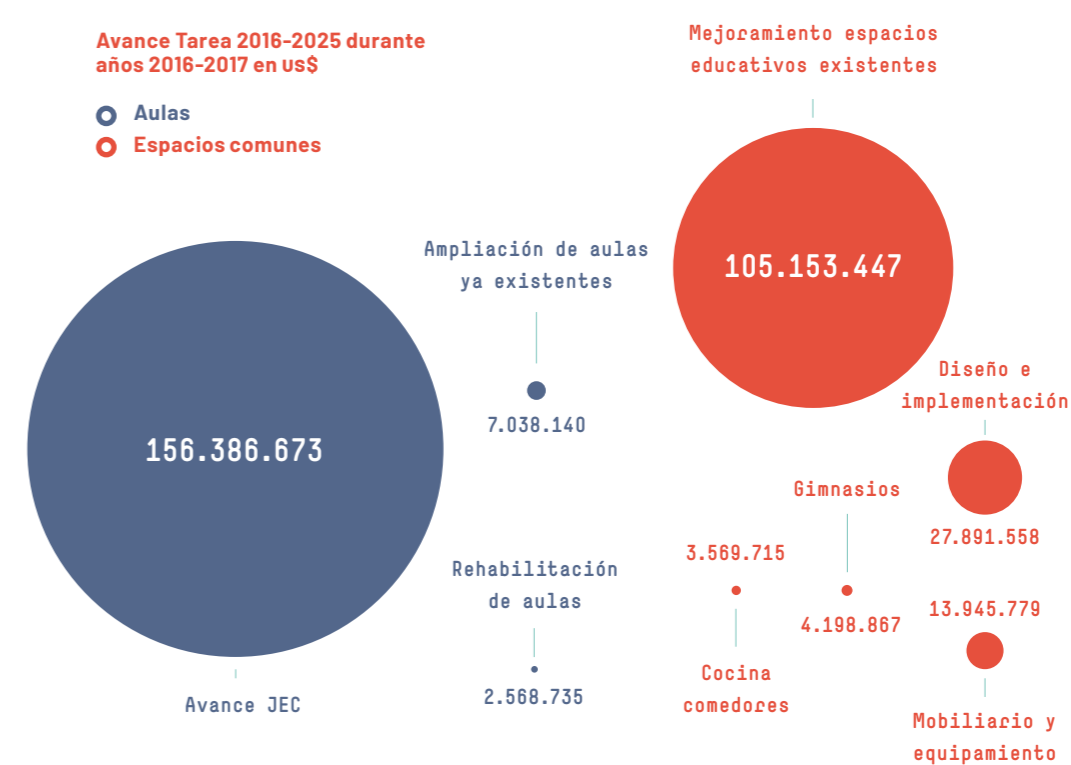
La implementación de la JEC, impulsó la necesidad de instalar estos espacios en todos los establecimientos educativos que otorgarían servicios de alimentación. Todos los establecimientos financiados por la ley 19.532 para ingresar al régimen de JEC incorporaron estos espacios en el programa de recintos educativos. Los recursos invertidos durante el período 2016-2017 en los establecimientos municipales en los espacios de cocina y comedores sumaron un total de US\$3.569.715. Esta tarea ha sido financiada por el Mineduc.

### Gimnasios

La materialización de un gimnasio en un local escolar exige como condición básica la existencia de patio. La norma de patio fija un mínimo de 2,5 m<sup>2</sup>/alumno. Los establecimientos que tienen una matrícula de 400 alumnos o más reúnen la condición mínima (entre 12 a 14 aulas, con capacidad entre 540 y 630 alumnos) para materializar estos espacios educativo. Usualmente este espacio educativo se encuentra presente en establecimientos de mayor matrícula. Cuando se elaboró el ICD 2016, no había información catastral del número de gimnasios en los establecimientos subvencionados. A falta de un catastro en la materia y sobre la base de una meta razonable, se propuso 1.000 gimnasios para un universo de establecimientos elegibles. Entre los años 2016-2017 hay 5 gimnasios<sup>8</sup> entre los construidos y los que están en proceso de construcción. El avance en términos financieros ha sido de US\$4.198.867.

8. Los gimnasios terminados y en proceso de ejecución corresponden a los establecimientos Llano se Subercaseaux, Balneario de Cachagua, Liceo Nuevo Mundo Mulchén, Liceo Federico Heise de Parral y Liceo San Felipe de Arauco. Los datos de inversión corresponden al Sistema Nacional de Inversiones.

Fuente:  
Elaboración propia.



Resumiendo los avances en la tarea determinada para el período 2016-2025, se tiene lo siguiente:

### Avance Tarea 2016-2025 durante años 2016-2017 en US\$ > TABLA 13.4

TIPO DE REQUERIMIENTO	AVANCE TAREA (2016 - 2017) us\$
<b>AULAS</b>	
Ampliación de aulas ya existentes	7.038.140
Rehabilitación de aulas	2.568.735
Avance JEC	156.386.673
<b>ESPACIOS COMUNES</b>	
Mejoramiento de espacios educativos existentes	105.153.447
Cocina comedores	3.569.715
Gimnasios	4.198.867
Diseño e implementación (10%)	27.891.558
Mobiliario y equipamiento (5%)	13.945.779

Como se observa el avance durante estos dos pasados años en relación a la estimación finales es de 3,1%.

## Descripción y diagnóstico de la situación actual

### Segmento de Infraestructura Escolar del Estudio

Para efectos de este estudio, se hará foco solo en la educación escolar diurna de modalidad Pre-Básica, Básica, Media y Técnico Profesional (TP), sin considerar la educación particular pagada, especial, de adultos, ni tampoco los establecimientos multigrados<sup>9</sup>. Esta focalización implica rebajar el número de establecimientos de 11.735 a 6.929, pasando de 3.548.242 a 2.865.021 alumnos. Esto significa 4.806 establecimientos educativos menos (40,1% c/r al universo) y 683.152 alumnos menos (19,2% c/r a la matrícula total).

**6**  
regiones

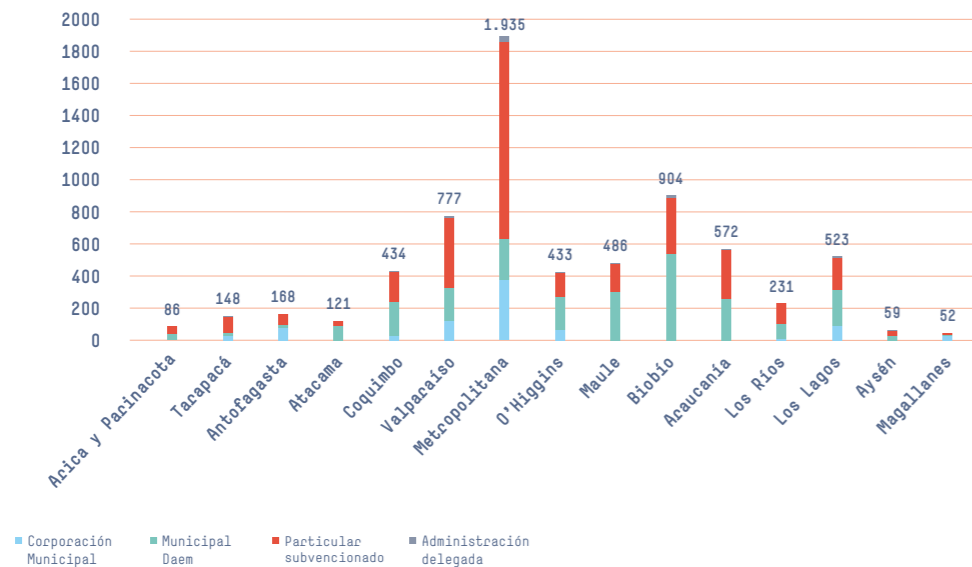
poseen más establecimientos particulares subvencionados pagados que de carácter municipal.

En la figura 13.5 se presenta el número de establecimientos por región y tipo de sostenedor de la sub-muestra elegida. Se aprecia que el 48,5% de los establecimientos están bajo administración de Corporaciones Municipales y Daem, 50,1% bajo de sostenedores particulares y 1% por administradores delegados.

580

### Número de establecimientos educacionales submuestra Estudio 2017, por sostenedor y región.

> FIGURA 13.5



Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.

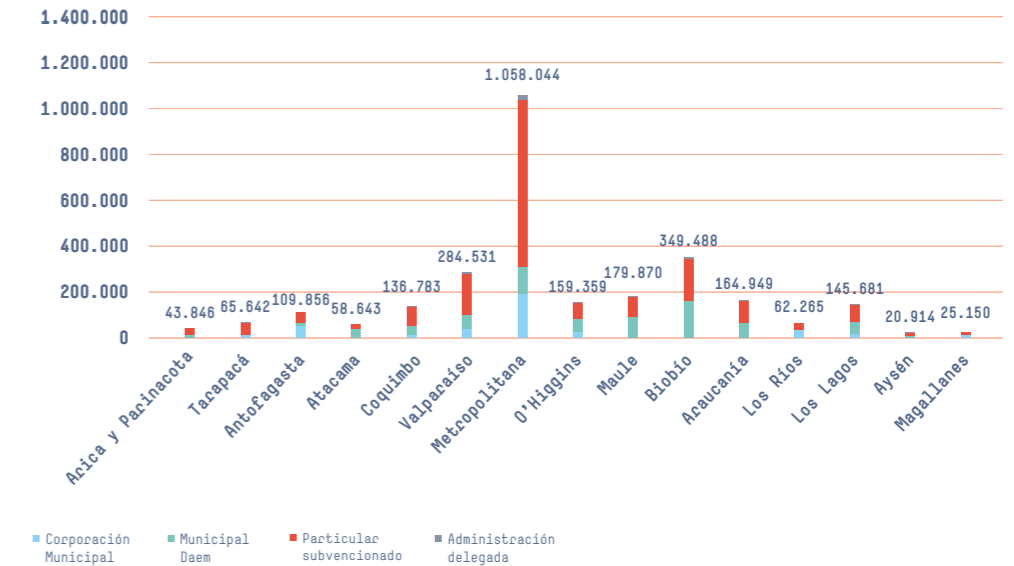
Ahora bien, en la figura 13.6 se observa que en términos de matrícula el 58,7% está contenido en los establecimientos particulares subvencionados.

Por su parte, el sector bajo administración municipal contiene el 39,7% de la matrícula. El restante 1,5% está contenido por los administradores delegados.

9. Los establecimientos multigrados corresponden a escuelas que concentran en una sala distintos niveles educativos.

### Matrícula Establecimientos Educacionales Submuestra Estudio 2017, por sostenedor y región.

> FIGURA 13.6



Fuente: Registro Estudiantes Chile, abril 2017.

La descripción anterior provee una visión general del sistema a nivel de región y dependencia. Con la información disponible se pueden estimar las necesidades de infraestructura escolar para los establecimientos de la submuestra utilizada. En este contexto, es relevante considerar la forma en que se distribuyen los establecimientos y la matrícula por modalidad de enseñanza. En particular, se definen 13 tipos de establecimientos en función de si atienden párvulos, básica, media científico-humanista y técnica profesional, y sus respectivas combinaciones.

Tabla 13.21 en el Anexo presenta el número de establecimientos por modalidad de enseñanza y tipo de sostenedor. Se observa que el 41,7% de los establecimientos proveen educación parvulario y básica. Por su parte, el 17,2% de los establecimientos contienen los tres niveles, parvulario, básico y media científico-humanista. En el caso de los establecimientos que solo proveen educación

básica representan el 13,7% de la submuestra. Finalmente, las escuelas de párvulos representan el 8,1% de los establecimientos.

Para comprender de manera exacta la infraestructura existente, y poder estimar la necesaria, se debe analizar la matrícula que contiene cada uno de los establecimientos según modalidad. Estos números se observan en la Tabla 13.22 del Anexo. De ella se puede desprender que la cantidad de estudiantes de pre-básica alcanza el 1,1% a pesar de que en términos de establecimientos representan el 8,1%. Sin embargo, el 67,1% de la matrícula de la submuestra está en los establecimientos que tienen parvularia más básica (34,6%) y los que tienen parvularia, básica y media científico-humanista (32,5%). Estos datos permiten concluir que las necesidades de infraestructura deberían estar concentradas en los establecimientos cuya modalidad de enseñanza concentra más estudiantes.

581

### Matrícula promedio por curso

Más allá del número de aulas, es importante comprender el número de alumnos que hay por curso. En la Tabla 13.5 se presenta el promedio de alumnos por aula en cada tipo de establecimiento, diferenciando entre cursos de educación parvularia y el resto. Se aprecia que el promedio por aula de la submuestra es de 28 alumnos. Los establecimientos Municipal Daem tienen un promedio de alumnos menor

de 24 alumnos por curso. Por su parte, los particulares subvencionados y los de administración delegada tienen en promedio 29 y 30 alumnos, respectivamente. En términos del tipo de establecimiento, se aprecia que todos los que tienen enseñanza media tienden a tener promedio en el entorno de 30 alumnos por curso. En el caso de la educación parvularia, se observa que en promedio hay 22 alumnos por curso.

Promedio de alumnos por sostenedor y nivel de enseñanza > TABLA 13.5

MODALIDAD ENSEÑANZA	CORPORACION MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	TOTAL
Párvularia	22	19	24	0	22
Pre-básica, básica, media, media y técnica	28	24	30	29	28

Fuente:  
Elaboración propia,  
dato Registro  
Estudiantes Chile.

582

Dado que existe mucha heterogeneidad en los establecimientos, es útil ver la distribución de la cantidad de estudiantes por curso. En la Tabla 13.6 se presentan los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90 de la distribución del promedio de alumnos por aula para básica y media. En términos globales, se aprecia que el 10% de los cursos tienen 39 o más alumnos por curso. Asimismo, el 25% de los cursos tienen 19 o menos alumnos por curso. Estos resultados su-

gieren que existe heterogeneidad en el uso de las aulas de los establecimientos, a pesar de que las salas de los distintos establecimientos considerados comparten un estándar de capacidad, es decir, existen aulas subutilizadas. Esta heterogeneidad podría darse en zonas geográficas donde se pudiera presentar la posibilidad de redistribuir el número de alumnos por aulas haciendo que la cantidad de aulas necesarias fuera menor.

Promedio de alumnos por curso según percentil > TABLA 13.6

	PROMEDIO ALUMNOS POR CURSO
Percentil 10	4
Percentil 25	19
Percentil 50	28
Percentil 75	34
Percentil 90	39
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

Fuente:  
Elaboración propia,  
dato Registro  
Estudiantes Chile,  
Abril 2017.

Fuente:  
Elaboración propia  
en base a Celade  
revisión 2017.

## Más de 30 alumnos por curso es el promedio de las regiones con más matrículas: Antofagasta y Metropolitana.

Al realizar un análisis de alumnos por curso a nivel regional, la información indica que considerando la cantidad de alumnos por curso en educación básica y media, las regiones de Coquimbo, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos tienen promedio menores a 20 alumnos por curso. Por su parte, Antofagasta y la Metropolitana tienen en promedio más de 30 alumnos por curso. El resto de las regiones tienen un promedio entre 20 y 30 alumnos por curso. Así, el análisis regional confirma la presencia de heterogeneidad, por lo que existiría espacio para optimizar siempre y cuando hubiera cercanía geográfica de establecimientos bajo un mismo sostenedor y existiera la voluntad de los padres de cambiar a sus hijos de establecimiento (en el escenario legal ins-

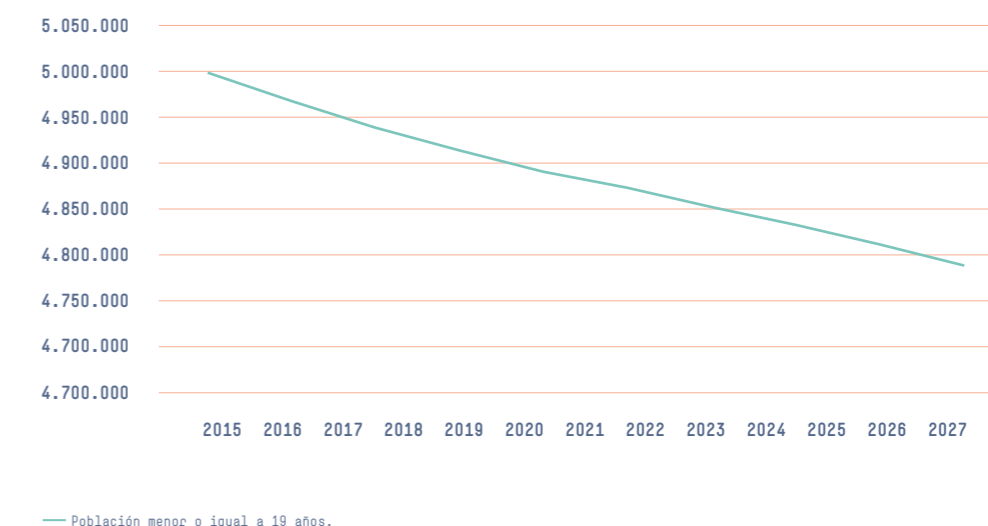
titucional que existe no está en potestad del sostenedor obligar a padres al movimiento de alumnos desde un establecimiento a otro).

### Proyecciones de población

Un factor adicional para proyectar las necesidades de infraestructura corresponde a la proyección de la población en edad escolar. En la figura 13.7 se observa que la proyección de la población menor o igual a 19 años irá disminuyendo. En particular, se espera que entre 2018 y 2027 disminuya en 217.582, esto es un 4,3%. La constante disminución de la población en edad escolar implica que en el futuro serán necesarias menos aulas, por lo que las estimaciones de este informe pueden considerarse como cotas máximas.

583

Proyección de población menor de 19 años > FIGURA 13.7



# Requerimientos y cuantificación del déficit 2018-2027

584

En la versión anterior del informe, las intervenciones consideradas para mejorar los espacios educativos en el mediano y largo plazo en Chile, fueron los siguientes:

- Mejoramiento estándares de aula
- Rehabilitación de aulas
- Efecto terminación Programa JEC
- Mejoramiento de otros espacios educativos
- Comedor-Cocina
- Gimnasios

Para la estimación de los requerimientos asociados a la mejora de los espacios educativos, se consideran los estándares establecidos por el documento del Mineduc, "Criterios de diseño para los nuevos espacios educativos", publicado en 2015, y que realiza propuestas de estándares mejorados con respecto a los mínimos que indica el DS 548 y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC)<sup>10</sup>.

A continuación con los datos actualizados a 2017, se reestiman los requerimientos de infraestructura escolar.

10. El DS 548/1988 modificado por los DS 143/2012 tiene por objetivo fijar los requisitos normativos mínimos de planta física que deben cumplir los locales educacionales para ser reconocidos como cooperadores de la función educacional del Estado, según los niveles y modalidades de enseñanza que impartan. Los contenidos de esta norma sectorial regulan definiciones de formato de los locales escolares; los requisitos normativos de infraestructura; condiciones de terrenos de los locales escolares; emplazamiento en relación a su entorno; áreas y recintos mínimos del programa arquitectónico del establecimiento; requisitos de materialidad; exigencias de estado de la infraestructura; y condiciones de seguridad y mobiliario. En lo relativo a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), exige el cumplimiento del Plan Regulador Comunal [cuando existe] en cuanto al uso de suelos y estudios de impacto sobre el barrio para algunos proyectos de infraestructura educacional. En los aspectos técnicos fija requisitos mínimos en condiciones de iluminación; ventilación de espacios educativos; volúmenes de aire; superficies de patios (abierto y techado); servicios higiénicos; dimensión de circulaciones horizontales y verticales; y condiciones de seguridad para evacuación.

11. Criterios para diseño de los nuevos espacios educativos, MINEDUC, 2015.

12. El detalle del cálculo del número de aulas se describe más adelante en la sección que analiza los requerimientos para completar la JEC.

585



## Mejoramiento estándares de aula

El mejoramiento de aulas pasa por aumentar el parámetro de superficie por alumno (hoy 1,1 m<sup>2</sup>/alumno) hasta el estándar objetivo deseado por el Mineduc que es de 2 m<sup>2</sup>/alumno<sup>11</sup>. Para estimar la capacidad instalada se tienen en cuenta el número de aulas existentes (91.750)<sup>12</sup>, estableciendo un tamaño de 36 m<sup>2</sup> para aulas existentes de las modalidades solo Pre-Básica y Básica, y el tamaño normativo de 49,5 m<sup>2</sup> (1,1 m<sup>2</sup>/alumno y 45 alumnos de capacidad) para los demás grupos de esta-

blecimientos. Para estimar el déficit se ha considerado la mirada regional que evita compensaciones entre regiones. El resultado indica un déficit actual de 1.786.445 m<sup>2</sup> correspondiente a ampliar en establecimientos educacionales. Para el año 2016 la estimación era de 1.654.667 m<sup>2</sup>, valor menor debido a que se realizó a nivel nacional, efecto que compensaba regiones deficitarias con regiones superavitarias.

**Incremento por efecto mayor parámetro m<sup>2</sup>/alumno en aula, por tipo de enseñanza<sup>13</sup>.**

> TABLA 13.7

ENSEÑANZA	MATRÍCULA TOTAL 2017	AULAS 2017 EXISTENTES	SUPERFICIE NORMATIVA AULAS (2 M <sup>2</sup> /AL)	SUPERFICIE AULAS 2017 (M <sup>2</sup> )	DÉFICIT SUPERFICIE 2027 (M <sup>2</sup> )
Pre-básica	31.516	1.098	81.942	51.386	30.555
Básica	74.410	4.854	193.466	227.167	40.846
Media	37.215	1.080	96.759	69.535	27.259
Técnica	117.010	3.618	304.226	232.941	71.862
Pre-básica y Básica	990.786	34.512	2.576.044	2.222.014	406.033
Básica y Media HC	194.447	5.374	505.562	345.999	159.564
Básica y Media TP	35.386	1.066	92.004	68.633	24.083
Pre-básica, Básica y Media HC	930.857	25.910	2.420.228	1.668.184	752.604
Pre-básica, Básica y Media TP	46.250	1.472	120.250	94.773	28.194
Pre-básica, Básica, Media HC y TP	234.336	7.061	609.274	454.614	160.686
Básica, Media HC y TP	52.427	1.683	136.310	108.358	29.281
Media HC y TP	120.176	4.017	312.458	258.630	55.268
Pre-básica y Media	205	5	533	322	211,081
<b>TOTAL</b>	<b>2.865.021</b>	<b>91.750</b>	<b>7.449.056</b>	<b>5.802.556</b>	<b>1.786.445</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

**Incremento por efecto mayor parámetro m<sup>2</sup>/alumno en aula, por región.**

> TABLA 13.8

REGIÓN	C. MUNICIPAL Y DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	TOTAL
Arica y Parinacota	6.688	24.764	0	31.452
Tarapacá	8.128	35.779	0	43.907
Antofagasta	56.333	43.024	0	99.358
Atacama	20.325	15.516	0	35.841
Coquimbo	10.307	59.820	107	70.235
Valparaíso	12.304	125.431	5.540	143.274
Metropolitana	198.309	668.551	15.546	882.405
O'Higgins	17.398	56.317	4.327	78.042
Maule	12.631	73.471	2.997	89.099
Biobío	24.578	162.687	8.451	195.716
Araucanía	10.958	29.295	925	41.178
Los Ríos	4.790	2.759	0	7.549
Los Lagos	11.483	37.179	412	49.074
Aysén	67	8.301	0	8.367
Magallanes	3.454	7.494	0	10.948
<b>TOTAL</b>	<b>397.755</b>	<b>1.350.388</b>	<b>38.303</b>	<b>1.786.445</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

13. La OGUC indica que las circulaciones de los locales escolares deben cumplir con lo establecido en el artículo 4.5.9 de la Ordenanza y lo establecido en el DS 548/88 y sus modificaciones. En el caso de las aulas, los anchos libres mínimos de circulaciones es 1,8 metros para recintos a un solo lado, y para poblaciones escolares menores o iguales a 180 alumnos. Al aplicar este coeficiente, la circulación es de 30% de la superficie del aula. Para un diseño con aulas compartiendo una circulación la OGUC, establece un ancho libre mínimo de 2,4 metros (para poblaciones escolares menores o iguales a 180 alumnos), con incrementos de 0,15 metros por cada 30 alumnos por sobre el mínimo. Al aplicar el coeficiente inicial más el incremento para un formato de 8 aulas (módulo de 4 aulas enfrentadas), el porcentaje de circulaciones brutas es de 27,5%. Por condiciones de seguridad, este ancho mínimo se incrementa en la práctica por el efecto de apertura de puertas al pasillo. Por lo anterior el guarismo de 30% utilizado en las estimaciones de circulaciones es adecuado.

A nivel regional, la mayor tarea para llegar al estándar deseado está en el sector particular subvencionado (76%). En específico, las regiones Metropolitana, del Biobío y Valparaíso concentran la participación más importante. En relación a los establecimientos que serán sostenedores públicos de acuerdo a la NEP, hay regiones como Los Ríos, Aysén, Magalla-

nes que tienen las menores brechas para implementar el coeficiente de 2 m<sup>2</sup>/alumno. En el resto de las regiones, los Sistemas Locales de educación deberán analizar cómo efectuar la combinación de establecimientos para optimizar el uso de la superficie edificada existente y aprovechar estas superficies superavitarias para cerrar las brechas deficitarias.

## Aulas a rehabilitar

La intervención en los edificios existentes para alcanzar mejores estándares unitarios de m<sup>2</sup>/alumno en las aulas implica transformar las instalaciones y los espacios ya construidos desde el punto de vista de la arquitectura. Preliminarmente, se estima que al menos el 50% de la superficie construida de aulas en uso deberá ser intervenida, esto es 2.901.278 m<sup>2</sup>, con el fin de adaptarla al nuevo formato de aula.

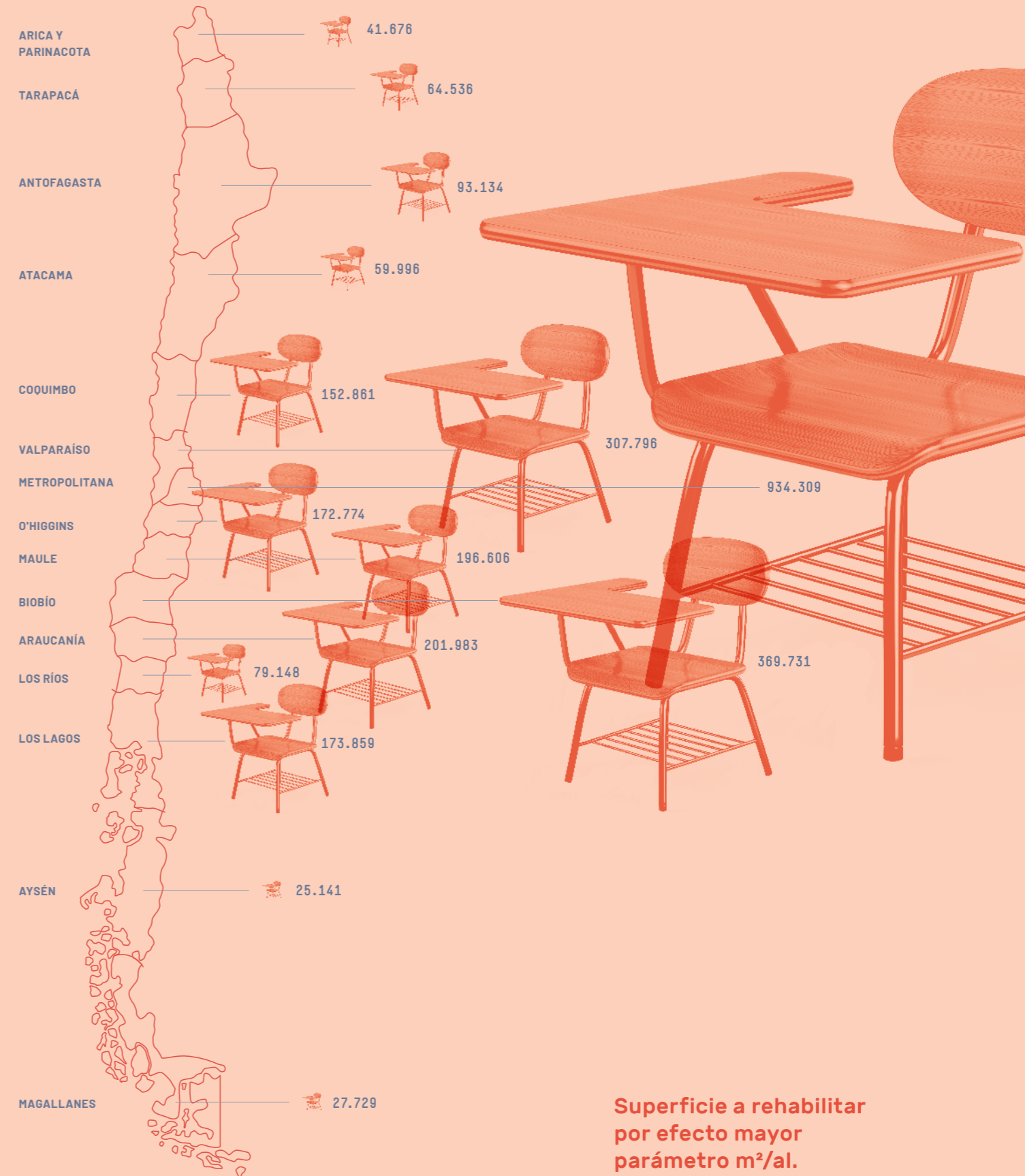
A nivel regional, las estimaciones por el efecto del mejoramiento de infraestructura existente por implementación de un mayor estándar de m<sup>2</sup>/alumno de aula, afecta casi en igual magnitud tanto a los sostenedores particulares (52%), como a los futuros sostenedores públicos (48%). En este contexto, las regiones Metropolitana, del Biobío y Valparaíso concentran la participación más importante, por su participación poblacional.

### Superficie a rehabilitar por efecto mayor parámetro m<sup>2</sup>/al.

> TABLA 13.9

REGIÓN	CORPORACIÓN MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	TOTAL
Arica y Parinacota	0	18.083	23.593	0	41.676
Tarapacá	14.630	5.329	44.127	451	64.536
Antofagasta	46.129	13.090	33.915	0	93.134
Atacama	0	42.548	17.448	0	59.996
Coquimbo	14.533	59.138	78.739	451	152.861
Valparaíso	52.443	81.500	169.957	3.895	307.796
Metropolitana	191.763	114.172	609.348	19.025	934.309
O'Higgins	28.803	72.143	67.193	4.636	172.774
Maule	0	123.819	70.405	2.382	196.606
Biobío	0	210.100	152.935	6.696	369.731
Araucanía	0	90.903	108.955	2.125	201.983
Los Ríos	4.410	37.146	37.592	0	79.148
Los Lagos	24.806	73.242	75.489	322	173.859
Aysén	0	13.386	11.530	225	25.141
Magallanes	15.063	2.171	10.495	0	27.729
<b>TOTAL</b>	<b>392.580</b>	<b>956.771</b>	<b>1.511.719</b>	<b>40.208</b>	<b>2.901.277</b>

Fuente:  
Elaboración propia.



Superficie a rehabilitar por efecto mayor parámetro m<sup>2</sup>/al.



## Efecto JEC

Si bien el objetivo del sistema debe ser contar con la infraestructura suficiente para poder proveer JEC a todos los estudiantes, la legislación vigente solo establece que esto sea así para los estudiantes de 3° básico en adelante y para los alumnos de 1° y 2° básico de establecimientos de alta vulnerabilidad. Así, para efectos de este estudio se define la necesidad en infraestructura como la cantidad de aulas necesarias para poder proveer JEC a todos los estudiantes de 3° básico en adelante.

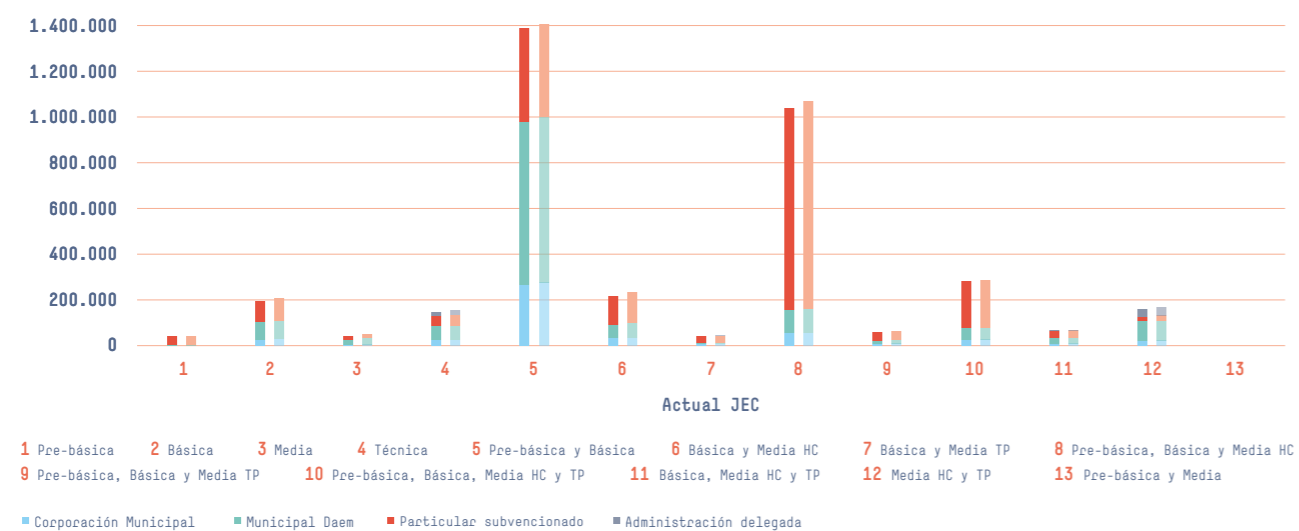
En esta edición del Informe se ha mejorado la metodología de estimación con respecto a la anterior edición, con el objetivo de aumentar la precisión haciendo uso de la información disponible del registro de estudiantes. En particular, en el presente informe se ha identificado el número de cursos que hay por establecimiento, tipo de enseñanza y jornada, determinando cuántos cursos hay en funcionamiento en la mañana y en la tarde dentro de un establecimiento, así como los de doble jornada. Esto permite determinar

la cantidad de aulas mínima que se utilizan al mismo tiempo en un establecimiento y las que sería necesario incorporar para que todos los alumnos de 3° básico en adelante tuvieran JEC.

En la figura 13.8 se presenta la estimación del número de aulas que hay por modalidad de enseñanza y tipo de sostenedor. Se aprecia que en la actualidad se cuentan con al menos 91.750 aulas en la submuestra considerada en el estudio. El 69,9% de las aulas están concentradas en los establecimientos que tienen párvulos y básicas, y los que tienen el ciclo completo párvulos, básica y media científica-humanista, lo que concuerda con el porcentaje de matrícula que estos establecimientos tienen presentado anteriormente (67,1%). De igual manera, la misma figura muestra los resultados de la estimación de la cantidad de aulas necesarias para que todos los alumnos de 3° básico en adelante tuvieran JEC. Se aprecia que se necesitarían un total de 95.527 aulas para satisfacer la demanda actual.

Fuente:  
Elaboración propia,  
dato Registro  
Estudiantes Chile,  
Abril 2017.

Número de aulas actuales y estimadas para JEC, por tipo de sostenedor y nivel de enseñanza > FIGURA 13.8



Fuente:  
Elaboración propia.

Las estimaciones anteriores permiten aproximar las necesidades de infraestructura a 3.777 aulas. En este contexto es importante tener en cuenta, en primer lugar, que los datos no permiten observar si existen aulas en los establecimientos que no están siendo utilizadas y, en segundo lugar, el hecho de que la cantidad de alumnos por curso y grado podría estar desba-

lanceada en una misma zona geográfica, esto es, que existan muchos alumnos en algunos cursos de un establecimiento y pocas en otro dentro de la misma zona de influencia o comuna. En este caso, una adecuada distribución de los alumnos podría generar una menor necesidad de aulas. A nivel regional, la distribución de las necesidad de aulas para el JEC sería:

Déficit aulas para JEC por región y sostenedor > TABLA 13.10

NÚMERO DE AULAS NECESARIAS POR REGIÓN Y DEPENDENCIA PARA JEC					
REGIÓN	CORPORACIÓN MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	TOTAL
Arica y Parinacota	0	0	21	0	21
Tarapacá	19	0	21	0	40
Antofagasta	29	0	63	0	92
Atacama	0	5	10	0	15
Coquimbo	0	37	24	0	61
Valparaíso	77	2	358	19	456
Metropolitana	202	256	1.077	93	1.628
O'Higgins	54	2	134	0	190
Maule	0	134	123	11	268
Biobío	0	282	403	73	758
Araucanía	0	13	181	0	194
Los Ríos	0	0	8	0	8
Los Lagos	0	9	36	0	45
Aysén	0	1	0	0	1
Magallanes	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>381</b>	<b>741</b>	<b>2.459</b>	<b>196</b>	<b>3.777</b>

Tal como muestra la desagregación de la Tabla 10, el mayor desafío para terminar la JEC está en el sector particular subvencionado. Son 2.459 aulas las que se necesitan para poner fin a la tarea en este tipo de sostenedor. Lo anterior implica para los sostenedores particulares disponer de terrenos y los fondos de inversión para edificios y mobiliario, en el evento que el financiamiento público no estuviera disponible según lo estableció la ley 19.532.

En términos de superficie a construir asociada al déficit de aulas, una posible solución de infraestructura considerando 1,1 m<sup>2</sup>/alumno más las superficies proporcionales de circula-

ciones y los otros recintos que son proporcionales a la cantidad de alumnos implica un coeficiente de alrededor de 2,3 m<sup>2</sup>/alumno en una versión de ampliación de un local existente. Sin embargo, si el formato de solución es vía nuevos establecimientos (como se considera en este Informe) con estándares mejorados para poblaciones escolares de 1.000 alumnos promedio, para la matrícula promedio actual por curso de 28<sup>14</sup> alumnos por aula con un estándar mínimo de 3 m<sup>2</sup><sup>15</sup> se obtiene como resultado 317.268 m<sup>2</sup>, de los que 110.712 m<sup>2</sup> correspondería al sector público y 206.556 m<sup>2</sup> al sector particular subvencionado.

14. Ver Tabla 13.6.

15. Este coeficiente refleja la superficie atribuida por alumno en un establecimiento escolar (superficie de aula, servicios, circulaciones, etc.).

## Mejoramiento de otros espacios educativos

Para la estimación de los requerimientos asociados a la mejora de otros espacios educativos, se consideran los estándares establecidos por el documento del MINEDUC, "Criterios para diseños de los nuevos espacios educativos", publicado en 2015. El incremento de los tamaños unitarios significa una ampliación mínima de 85,8 m<sup>2</sup> para la enseñanza Pre-Básica, 253,5 m<sup>2</sup> para la Enseñanza Básica y de 292,5 m<sup>2</sup> para la Enseñanza Media.

# 2.635.601 m<sup>2</sup>

de superficie es lo que deben sumar los espacios educativos para cumplir con los estándares de infraestructura.

### Incrementos efecto mayor parámetro otros espacios E. Básica > TABLA 13.11

ESPACIO EDUCATIVO	REQUERIMIENTO ACTUAL E. BÁSICA	EO (M <sup>2</sup> /AL)	TOPE (M <sup>2</sup> )	MÍN.	ESTÁNDAR ACTUAL E. BÁSICA (M <sup>2</sup> )	NUEVA PROPUESTA E. BÁSICA	INCREMENTO E. BÁSICA (M <sup>2</sup> )
Sala Pre-básica	1 Sala por nivel	2,3	115,5	2,3	49,5	115,5	85,8
Taller o Multitaller	Si aulas mayor que 3	2	90	60	67,5	90	29,25
Biblioteca o CRA	Si aulas mayor que 6	0,2	210	90	60	210	195
Sala de Computación		2	90	60	67,5	90	29,25

Fuente: Elaboración propia en base a los estándares objetivos (EO) del documento "Criterios para diseños de los nuevos espacios educativos", 2015.

### Incrementos efecto mayor parámetro otros espacios E. Media > TABLA 13.12

ESPACIO EDUCATIVO	REQUERIMIENTO ACTUAL E. MEDIA	EO (M <sup>2</sup> /AL)	TOPE	MÍN.	ESTÁNDAR ACTUAL E. MEDIA (M <sup>2</sup> )	NUEVA PROPUESTA E. MEDIA (M <sup>2</sup> )	INCREMENTO E. MEDIA (M <sup>2</sup> )
Laboratorio taller	Solo en locales de hasta 4 aulas	2	90	60	67,5	90	29,25
Taller o Multitaller	Si aulas mayor que 4	2	90	60	67,5	90	29,25
Laboratorio con gabinete	Solo en locales de más de 4 aulas	2	90	60	67,5	90	29,25
Biblioteca o CRA	Siempre	0,2	210	90	60	210	195
Sala de Computación		2	90	60	60	90	39

Fuente: Elaboración propia con base en los estándares objetivos (EO) del documento "Criterios para diseños de los nuevos espacios educativos", 2015.

Agregando los efectos de elevar los estándares para los tres niveles de enseñanza en todas las modalidades para el año 2017 implica lo siguiente:

### Incrementos totales por mayores parámetros espacios educativos > TABLA 13.13

ENSEÑANZA	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	TOTAL (M <sup>2</sup> )
Parvularia	561	48.134
Básica	948	240.318
Media	100	29.250
Técnica	211	61.718
Parvularia y Básica	2.891	980.916
Básica y Media HC	310	169.260
Básica y Media TP	55	30.030
Parvularia, Básica y Media HC	1.190	751.842
Parvularia, Básica y Media TP	58	36.644
Parvularia, Básica, Media HC y TP	259	163.636
Básica, Media HC y TP	89	48.594
Media HC y TP	256	74.880
Parvularia y Media	1	378
<b>TOTAL</b>	<b>6.929</b>	<b>2.635.601</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Incrementos totales por mayores parámetros espacios educativos por región y tipo de sostenedor**

&gt; TABLA 13.14

REGIÓN	CORPORACIÓN MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	TOTAL
Arica y Parinacota	0	13.814	17.016	0	30.830
Tarapacá	10.386	7.679	35.225	546	53.836
Antofagasta	24.114	9.497	26.001	0	59.612
Atacama	0	30.182	12.480	0	42.662
Coquimbo	13.689	65.937	79.907	293	159.826
Valparaíso	46.250	77.626	186.447	1.755	312.078
Metropolitana	151.535	95.055	526.761	10.160	783.510
O'Higgins	22.491	69.420	67.045	1.755	160.711
Maule	0	107.192	68.757	1.463	177.411
Biobío	0	191.716	143.364	3.510	338.590
Araucanía	0	87.836	116.431	1.170	205.436
Los Ríos	4.774	33.103	44.437	0	82.313
Los Lagos	29.063	74.471	78.835	293	182.660
Aysén	0	13.556	10.292	293	24.141
Magallanes	10.351	2.196	9.438	0	21.984
<b>TOTAL</b>	<b>312.651</b>	<b>879.278</b>	<b>1.422.435</b>	<b>21.236</b>	<b>2.635.601</b>

Las estimaciones por el efecto mejoramiento de otros espacios educativos afectan casi en las mismas proporciones del efecto de mejoramiento de infraestructura existente por implementación de un E0 mayor en aula.

Los sostenedores particulares tendrán que hacerse cargo de 1.422.435 m<sup>2</sup> (54%) mientras que el Mineduc deberá afrontar la tarea de 1.213.166 m<sup>2</sup> (46%).

Fuente:  
Elaboración propia.

**Aumentar los estándares de m<sup>2</sup>/alumno implica transformar 2.901.278 m<sup>2</sup> de aulas e invertir US\$3.006 millones entre 2018 y 2027.**



## Comedor-Cocina

Además de los espacios educativos mencionados en el apartado anterior, entre los espacios de apoyo necesario para el funcionamiento de los locales escolares en régimen de JEC se encuentran los comedores y cocinas. Este tipo de instalaciones, de acuerdo a lo que indica el DS 548/88, solo es exigible para los locales

escolares con más de 4 aulas, los cuales están obligados a ofrecer servicio de alimentación.

Para calcular la brecha existente en este tipo de equipamiento, en primer lugar se estima la capacidad instalada de superficie de comedores y cocinas de acuerdo a los coeficientes técnicos vigentes<sup>16</sup> obteniendo como resultado:

### Capacidad instalada comedores y cocinas por regiones

> TABLA 13.15

REGIÓN	CORPORACIÓN MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	SUPERFICIE COMEDOR (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE COCINA (M <sup>2</sup> )
Arica y Parinacota	0	5.634	5.643	0	11.277	3.861
Tarapacá	4.446	1.953	11.682	144	18.225	6.045
Antofagasta	13.491	4.104	8.865	0	26.460	8.643
Atacama	0	13.707	4.401	0	18.108	5.727
Coquimbo	4.671	21.060	24.219	144	50.094	15.236
Valparaíso	16.821	26.505	52.074	1.197	96.597	29.368
Metropolitana	59.265	35.919	174.726	5.913	275.823	87.664
O'Higgins	8.946	24.021	20.142	1.296	54.405	16.654
Maule	0	40.203	20.970	738	61.911	18.922
Biobío	0	69.228	46.467	2.088	117.783	35.848
Araucanía	0	30.744	36.648	666	68.058	20.417
Los Ríos	1.521	12.015	12.681	0	26.217	7.911
Los Lagos	8.964	25.038	23.994	108	58.104	17.812
Aysén	0	4.419	3.573	81	8.073	2.438
Magallanes	4.635	720	3.042	0	8.397	2.603
<b>TOTAL</b>	<b>122.760</b>	<b>315.270</b>	<b>449.127</b>	<b>12.375</b>	<b>899.532</b>	<b>279.148</b>

16. Se considera una superficie mínima de 54 m<sup>2</sup> para locales de 4 aulas más una superficie adicional de 9 m<sup>2</sup> por cada aula, con un máximo de 216 m<sup>2</sup>.

Fuente:  
Elaboración propia.

# 476.718 m<sup>2</sup>

es lo que se necesita construir a nivel nacional para comedores.



Para estimar la demanda se utilizó un indicador meta de 1 m<sup>2</sup>/alumno de comedor, suponiendo un régimen de 3 turnos por establecimiento, y una superficie de cocina y recintos de apoyo equivalente al 30% de la superficie del comedor<sup>17</sup>. Así, la implementación de estos estándares resultaría en una superficie total de 1.789.125 m<sup>2</sup> entre comedores y cocinas, existiendo en la actualidad una necesidad de ampliación de 47.718 m<sup>2</sup> en comedores y 133.727 m<sup>2</sup> en cocinas, 610.445 m<sup>2</sup> en total.

### Estimación nuevas superficies comedores y cocinas por regiones

> TABLA 13.16

REGIÓN	CORPORACIÓN MUNICIPAL	MUNICIPAL DAEM	PARTICULAR SUBVENCIONADO	ADMINISTRACIÓN DELEGADA	SUPERFICIE COMEDOR (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE COCINA (M <sup>2</sup> )
Arica y Parinacota	0	8.520	11.325	0	19.845	5.954
Tarapacá	6.825	2.610	21.270	210	30.915	9.275
Antofagasta	23.100	6.165	16.155	0	45.420	13.626
Atacama	0	20.145	8.220	0	28.365	8.510
Coquimbo	6.825	28.920	37.590	210	73.545	22.064
Valparaíso	24.510	38.340	80.565	1.815	145.230	43.569
Metropolitana	89.685	53.445	287.145	8.865	439.140	131.742
O'Higgins	13.560	34.140	31.530	2.160	81.390	24.417
Maule	0	58.710	33.285	1.110	93.105	27.932
Biobío	0	99.405	72.240	3.120	174.765	52.430
Araucanía	0	43.770	52.620	990	97.380	29.214
Los Ríos	2.145	17.550	18.360	0	38.055	11.417
Los Lagos	12.345	35.205	36.555	150	84.255	25.277
Aysén	0	6.315	5.475	105	11.895	3.569
Magallanes	7.035	1.020	4.890	0	12.945	3.884
<b>TOTAL</b>	<b>186.030</b>	<b>454.260</b>	<b>717.225</b>	<b>18.735</b>	<b>1.376.250</b>	<b>412.875</b>

17. Documento "Criterios de diseño para nuevos espacios educativos", Mineduc 2015.

Fuente:  
Elaboración propia.

## Gimnasios

Tradicionalmente, en Chile se ha construido este espacio educativo en las zonas de alta precipitación (desde la Región de la Araucanía hasta Magallanes) y en algunos colegios ilustres del resto del país. En la zona norte, producto de la necesidad de proteger a la población de riesgos sanitarios por exposición prolongada al sol, se han edificado multicanchas techadas y algunos gimnasios. El desafío es avanzar en este espacio educativo en un nivel que permita el desarrollo integral no solo de los alumnos, sino también de la comunidad escolar.

La normativa vigente referente a este tipo de establecimiento, en particular, el artículo 4.5.7 de la OGUC, fija como requisito normativo la existencia de una multicancha<sup>18</sup> de 540 m<sup>2</sup> (18m x 30m) para los establecimientos educativos. No obstante, avanzar en el formato de gimnasio implica aumentar los espacios de contracancha, agregar espacios de apoyo, bodegas, graderías, camarines y el cerramiento lateral y de techumbre, lo que supondría un mínimo de 260 m<sup>2</sup> adicionales, llegando así la superficie total por gimnasio a los 800 m<sup>2</sup>.

En la actualidad, el inventario de gimnasios del sector de sostenedores públicos (Corporaciones Municipales y Daem), cuenta con 786 unidades en todo el país, sin que exista información catastral sobre establecimientos particulares subvencionados.

Para determinar las necesidades de inversión relativas a la construcción de este tipo de equipamientos, se considera lo propuesto en el ICD 2016, donde se recomendaba la construcción de 1.000 gimnasios en colegios de entre 401 y 1.000 alumnos (ya que concentran el mayor número de matriculaciones), y el avance realizado en 2017 y 2018, donde se han construido 5 gimnasios. Así, la brecha existente correspondería a la construcción de 995 gimnasios, equivalentes a 796.000 m<sup>2</sup>.

Para definir la propuesta de distribución regional de esta intervención, se parte del total de 6.368 establecimientos con que cuenta la muestra considerada una vez se excluyen los establecimientos de párvulos. Sobre este conjunto, se propone cubrir el 50% de la brecha existente para las regiones entre Araucanía y Magallanes, considerando la climatología adversa de las mismas, lo que resultaría en la construcción de 515 gimnasios. Con este número de recintos, se cubrirían las necesidades de todos los centros de más de 400 alumnos en las regiones mencionadas y de dos tercios del total de centros. Los restantes 481 gimnasios se repartirían entre la regiones de Arica y Parinacota y Biobío, planteando alcanzar el 40% del total de establecimientos con matrícula mayor a 400 alumnos en estas regiones.

18. La OGUC también da opciones de provisión de este espacio fuera del local escolar, franquicia de difícil implementación por las responsabilidades legales asociadas al traslado de alumnos.

Estimación de cantidad gimnasios 2018-2027 > TABLA 13.17

Fuente: Elaboración propia.

REGIÓN	GIMNASIOS SOSTENEDORES PÚBLICOS	TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS	ESTABLECIMIENTOS CON MÁS DE 400 ALUMNOS	PLAN 2018-2022 (ARAUCANÍA-MAGALLANES)	PLAN 2023-2027 (ARICA Y PARINACOTA-BIOBÍO)	PLAN 2018-2027
Arica y Parinacota	5	70	38		8	8
Tarapacá	7	119	63		13	13
Antofagasta	19	134	118		25	25
Atacama	14	118	62		13	13
Coquimbo	20	400	125		26	26
Valparaíso	44	683	283		59	59
Metropolitana	127	1.759	978		204	204
O'Higgins	27	404	137		29	29
Maule	37	443	167		35	35
Biobío	132	855	327		68	68
Araucanía	77	554	147	239		239
Los Ríos	49	215	65	83		83
Los Lagos	169	506	132	169		169
Aysén	22	57	20	18		18
Magallanes	37	51	33	7		7
<b>TOTAL</b>	<b>786</b>	<b>6.368</b>	<b>2.695</b>	<b>515</b>	<b>481</b>	<b>995</b>

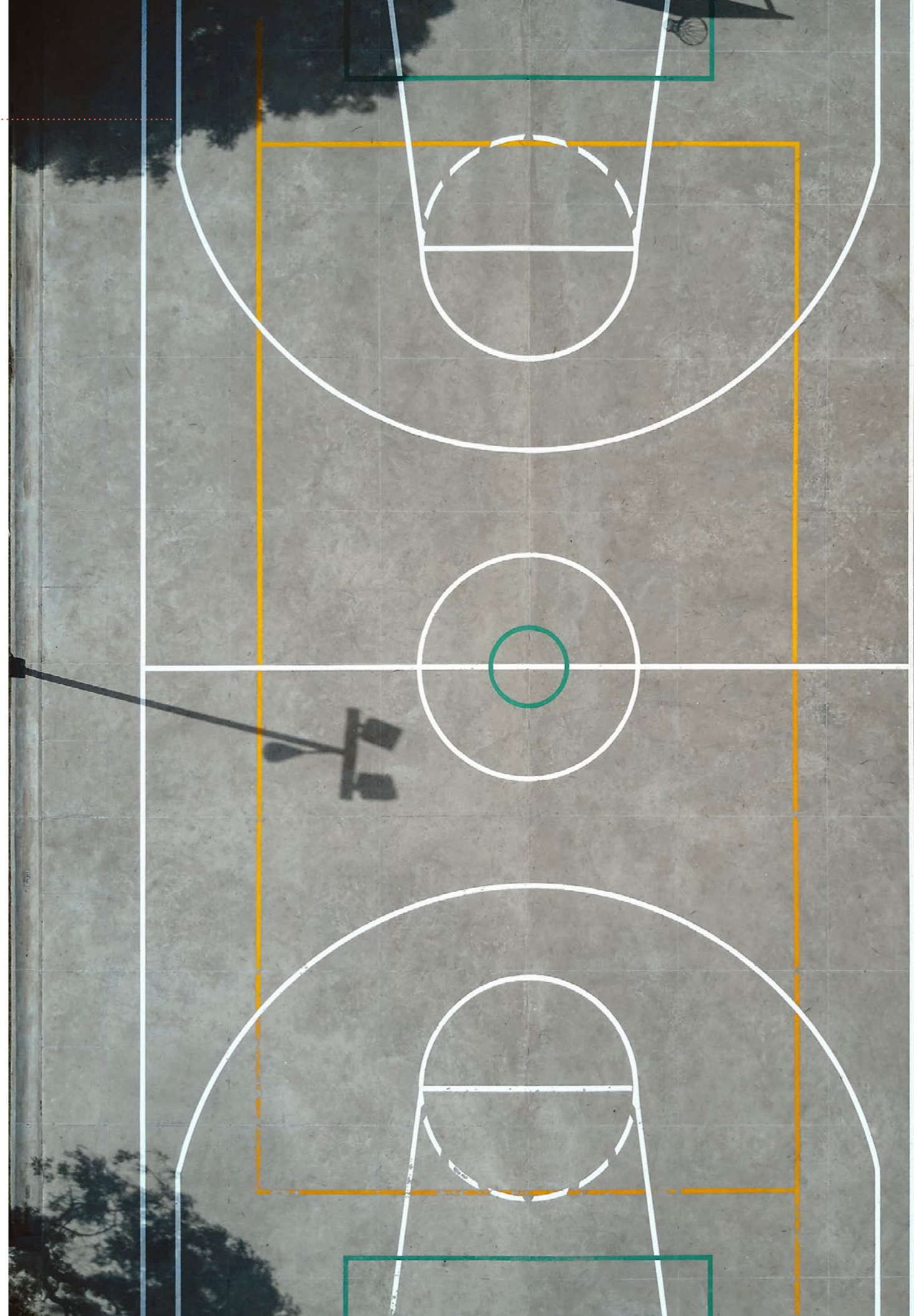
**995 gimnasios, equivalentes a 769.000 m<sup>2</sup> se necesitarían construir para eliminar la brecha en este ámbito.**

**Superficies de gimnasios a edificar 2018-2027**

> TABLA 13.18

REGIÓN	PLAN 2018-2022 (ARAUCANÍA-MAGALLANES) (M <sup>2</sup> )	PLAN 2023-2027 (ARICA Y PARINACOTA-BIOBÍO) (M <sup>2</sup> )	PLAN 2018-2027 (M <sup>2</sup> )
Arica y Parinacota	-	6.356	6.356
Tarapacá	-	10.538	10.538
Antofagasta	-	19.739	19.739
Atacama	-	10.371	10.371
Coquimbo	-	20.909	20.909
Valparaíso	-	47.339	47.339
Metropolitana	-	163.596	163.596
O'Higgins	-	22.917	22.917
Maule	-	27.935	27.935
Biobío	-	54.699	54.699
Araucanía	190.800	-	190.800
Los Ríos	66.400	-	66.400
Los Lagos	134.800	-	134.800
Aysén	14.000	-	14.000
Magallanes	5.600	-	5.600
<b>TOTAL</b>	<b>411.600</b>	<b>384.400</b>	<b>796.000</b>

Fuente: Elaboración propia.



## Cuantificación Inversiones Horizonte 2018-2027

Para la determinación de la inversión se han considerado los costos por m<sup>2</sup> de proyectos incorporados al Banco de Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social, que da cuenta de los valores y metrajes de los proyectos educativos ejecutados durante 2017 a lo largo de todo el país (un total de 72). A partir de esta base, se ha fijado el costo de los trabajos correspondientes a una nueva construcción de aulas en 48 UF/m<sup>2</sup>, mientras que los de rehabilitación en 24 UF/m<sup>2</sup>. Por su parte, el costo de los gimnasios, comedores y el resto de espacios comunes se ha estimado en 36 UF/m<sup>2</sup>. Los valores de la inversión correspondientes a la brecha estimada para el periodo 2018-2027 serían:

- Ampliación de aulas ya existentes: el aumento del estándar actual de aulas a 2 m<sup>2</sup>/alumno implica ampliar los espacios existentes en una superficie agregada de 1.786.445 m<sup>2</sup>, lo que involucra una inversión calendarizada de US\$ 3.703 millones para el periodo 2018-2027.
- Rehabilitación aulas: la intervención en los edificios existentes para alcanzar mejores estándares unitarios de m<sup>2</sup>/alumno implica transformar 2.901.278 m<sup>2</sup>, con una inversión a realizar de US\$ 3.006 millones para el periodo 2018-2027.
- Avance JEC: en función de las estimación realizadas, la superficie a construir para terminar el ingreso de alumnos a la JEC es de 317.268 m<sup>2</sup>, lo que implica una inversión de US\$658 millones calendarizada para el periodo 2023-2027. Se ha asignado la inversión a este periodo porque los establecimientos del sector municipal y de corporaciones municipales que aún no ingresan corresponden a aquellos que tienen mayores dificultades para implementarla, derivadas de, sobre todo, la alta matrícula o la falta de disponibilidad de terreno. Para resolver

estos problemas, como es el caso de encontrar los terrenos, conseguir recursos para comprarlos y posteriormente llevar a cabo el proyecto para JEC, un plazo de entre 3 y 4 años parece razonable en un escenario optimista. En el caso de los sostenedores particulares, la disponibilidad del terreno es la principal restricción, razón por la cual en ambos casos se ha desplazado la inversión para el quinquenio final.

- Mejoramiento de espacios educativos: alcanzar nuevos estándares de superficie para los espacios de talleres, laboratorio, CRA y sala de informática tiene un impacto incremental de 2.635.601 m<sup>2</sup> para el 2018-2027, que se traduce en un costo total de US\$4.096 millones para el periodo.
- Comedores y cocinas: los déficits determinados fueron de 476.718 m<sup>2</sup> para comedores y 133.727 m<sup>2</sup> en cocinas. La inversión calendarizada a realizar es de US\$949 millones para el periodo 2018-2027.
- Gimnasios: continuando con la recomendación de construir 1.000 gimnasios expuesta en el anterior ICD, y teniendo en cuenta el avance realizado desde entonces, se estima la brecha para el periodo 2018-2025 en 995 gimnasios, equivalentes a 796.000 m<sup>2</sup> y con una inversión asociada de US\$1.234 millones.

A nivel agregado, para el periodo 2018-2027 se estima la inversión en US\$15.963 millones para cubrir la brecha estimada en infraestructura de educación, donde la mayor parte deberá ser ejecutada en el periodo 2023-2027. La distribución de la inversión definida se basa en la disponibilidad para invertir en este tipo de infraestructura, menor en caso del sector público en el mediano plazo pero más dinámica para el sector particular subvencionado debido a las obligaciones impuestas por el Mineduc.

Requerimientos inversión 2018-2027 (millones de us\$) > TABLA 13.19

INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	COSTO (MILLONES USD)		
		2018-2022	2023-2027	2018-2027
<b>AULAS</b>				
Ampliación de aulas ya existentes	1.786.445	313	3.390	3.703
Rehabilitación de aulas	2.901.278	384	2.623	3.006
Avance JEC	317.268	0	658	658
<b>ESPACIOS COMUNES</b>				
Mejoramiento de espacios educativos existentes	2.635.601	522	3.574	4.096
Cocina-Comedores	610.445	122	827	949
Gimnasios	796.000	615	619	1.234
Diseño e implementación (10%)	0	196	1.169	1.365
Mobiliario y equipamiento (5%)	0	98	585	682
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>9.047.036</b>	<b>2.249</b>	<b>13.445</b>	<b>15.693</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

Requerimientos inversión 2018-2027, por región (millones de us\$) > TABLA 13.20

REGIÓN	COSTOS TOTALES (MILLONES USD)		
	2018-2022	2023-2028	2018-2027
Arica y Parinacota	27	181	208
Tarapacá	43	284	327
Antofagasta	68	464	533
Atacama	38	235	272
Coquimbo	101	650	751
Valparaíso	205	1.366	1.571
Metropolitana	685	4.874	5.559
O'Higgins	107	717	825
Maule	122	818	941
Biobío	239	1.662	1.902
Araucanía	266	904	1.170
Los Ríos	96	318	414
Los Lagos	207	768	976
Aysén	25	103	128
Magallanes	18	100	118
<b>TOTAL</b>	<b>2.249</b>	<b>13.445</b>	<b>15.693</b>

Fuente:  
Elaboración propia.

## Recomendaciones de acción

604

Desde el anterior Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo, el avance en materia de infraestructura educativa ha sido constante, pero discreto. Aún persiste una importante brecha para cubrir el déficit existente en la actualidad, especialmente en lo relativo a la mejora del estándar de superficie de las aulas y de los espacios educativos complementarios, tales como bibliotecas, talleres, salas de informática o laboratorios. Junto al progreso en esta brecha, emerge como tema clave el desarrollo de la nueva institucionalidad relativa al sector educativo, que, a través de dos cuerpos legales, creará el Sistema de Educación Pública y pondrá fin al lucro, la selección y el copago en los centros que reciban financiación pública. La evolución en la ejecución de este nuevo marco regulador será especialmente relevante en lo referente al aprovechamiento de la infraestructura y financiamiento de la misma.

Con los nuevos cuerpos legales ya tramitados y en proceso de implementación, el Mineduc deberá administrar durante la transición el desarrollo de las políticas educativas que conllevan inversión de activos fijos en dos modalidades, FNDR e institucional vía Forta-

lecimiento Educación Escolar Pública. Durante este período de transición hacia la implantación de los Sistemas Locales, coexistirá el financiamiento de inversiones vía el FNDR para el sector público, fuente que irá disminuyendo en la medida en que los recursos de inversión del Programa de Fortalecimiento de la Educación Escolar Pública vayan siendo transferidos en forma creciente a los sistemas locales. Lo anterior tiene el desafío de priorizar en aquellas acciones coherentes con el esquema de provisión de servicios educativos en la infraestructura pública. Para esto, deberá diseñar programas específicos, elaborar el reglamento que indica el artículo 27 de la Ley 21.040 para definir los criterios y mecanismos para distribuir los recursos de inversiones que el Ministerio tendrá a partir del año 2018. Esto implicará diseñar mecanismos de asignación de recursos, esquemas de seguimiento físico-financiero y sistemas de auditoría, además de reorganizar los equipos profesionales que le permita cumplir con su rol normativo y de apoyo a los sostenedores públicos. Otro aspecto clave a definir en el reglamento de infraestructura tiene que ver con los estudios de diagnóstico preliminares

## US\$15.693 MILLONES es la inversión necesaria para cubrir la brecha en infraestructura de educación.

605

a exigir para iniciar la distribución de recursos de inversión. La necesidad de tener una visión optimizada de la red es clave para el uso racional de los recursos a invertir.

En lo relativo al financiamiento de la operación, tanto los futuros establecimientos públicos como los particulares subvencionados, continuarán regidos por el Decreto con Fuerza de Ley N° 2 2009, mientras que la eliminación del financiamiento compartido en el mediano plazo hará que toda la operación de los establecimientos municipales y particulares subvencionados sea de cargo del Estado.

En lo que respecta a las inversiones, solo la Ley 19.532 (JEC) contempla aún financiamiento de inversión para todo tipo de sostenedores. Por su parte, la Ley 21.040 indica un financiamiento asegurado para abordar la tarea de inversión en los establecimientos escolares de los sistemas locales de educación. Para efectos de la priorización, durante el período de implementación de la NEP emergerán necesidades de inversión desde los establecimientos de los sistemas locales y de los que estén en proceso de transición de operación y propiedad desde el sector municipal a los sistemas locales de educación. Dado que la

migración de un sistema al otro será gradual, lo aconsejable sería utilizar parte de los recursos en la implementación de la Ley 21.040 para producir las condiciones de infraestructura apropiada en los nuevos sistemas locales. Si existen holguras presupuestarias de este fondo, podrían destinarse montos para las necesidades emergentes de las escuelas en procesos de cambio de propietario. La aplicación de los recursos en los sistemas locales no será inmediata porque, previo a invertir, deberán realizarse los diagnósticos de infraestructura de cada sistema local de educación. Por lo tanto, la prioridad de inversión estará dada por la implementación del nuevo Sistema de Educación Pública.

Con respecto a los sostenedores particulares subvencionados, dado los cuerpos legales vigentes, los recursos de inversión para mejoramiento y mantención de los locales escolares seguirán siendo financiados por el propio sostenedor. Lo anterior no impedirá que, para efectos de actividades educativas prioritarias para el Mineduc, puedan existir aportes de capital desde este, las cuales para ser aplicados a los sostenedores particulares tienen que ser autorizadas por ley.



## Diagnóstico de necesidades de infraestructura del Servicio Nacional de Menores

606

El Servicio Nacional de Menores (Sename) es un servicio público, dependiente del Ministerio de Justicia, cuyos ejes principales son:

- La protección de los niños, adolescentes y jóvenes hasta los 18 años cuyos derechos han sido vulnerados.
- La ejecución de las medidas y sanciones establecidas por los tribunales a los adolescentes entre 14 y 18 años, y la promoción de la reinserción social.
- La regulación y el control de la adopción en Chile.

La oferta programática para la protección de menores vulnerados de derechos es provista tanto por el Sename como por otras entidades adjudicadas a través de concursos públicos a Organismos Colaboradores Acreditados (OCA), regulados por la ley 20.032 de Subvenciones del Sename.

En el año 2016 se atendieron un total de 163.921 menores vulnerados, de ellos solo el 1,42% (2.342) fue atendido directamente por los establecimientos administrados por el

Sename, mientras que el otro 98,58% (161.579) fue atendido por los Ocas. Del total de los menores atendidos, solo un 7,3% (11.980) permaneció en centros residenciales, la mayor parte de los menores recibe solamente atención ambulatoria. Por otro lado, el 56,2% de los menores cubiertos por el Sename participan de programas específicos de protección (Sename, 2017).

Respecto a la ejecución de las medidas y sanciones establecidas por los tribunales, el Sename comparte la ejecución con Ocas. El Sename tiene la obligación de ejecutar todas las sanciones de los menores privados de libertad, mientras que los Ocas proveen la oferta para los individuos sancionados en medio libre<sup>19</sup>.

En el año 2016 ingresaron 10.600 nuevos casos judiciales al Sename. Durante el año hubo 12.324 casos que egresaron, además de 10.422 casos que se mantuvieron vigentes, de los que el 14% (1.462) corresponde a sanciones con privación de libertad. Por su parte, de los nuevos casos, el 32,4% (3.434) corresponde a sanciones con privación de libertad (Sename, 2017).

19. Sanciones que no implican la privación de libertad.

20. El 20% restante es llevado a cabo por 4 fundaciones autorizadas para este fin.

607

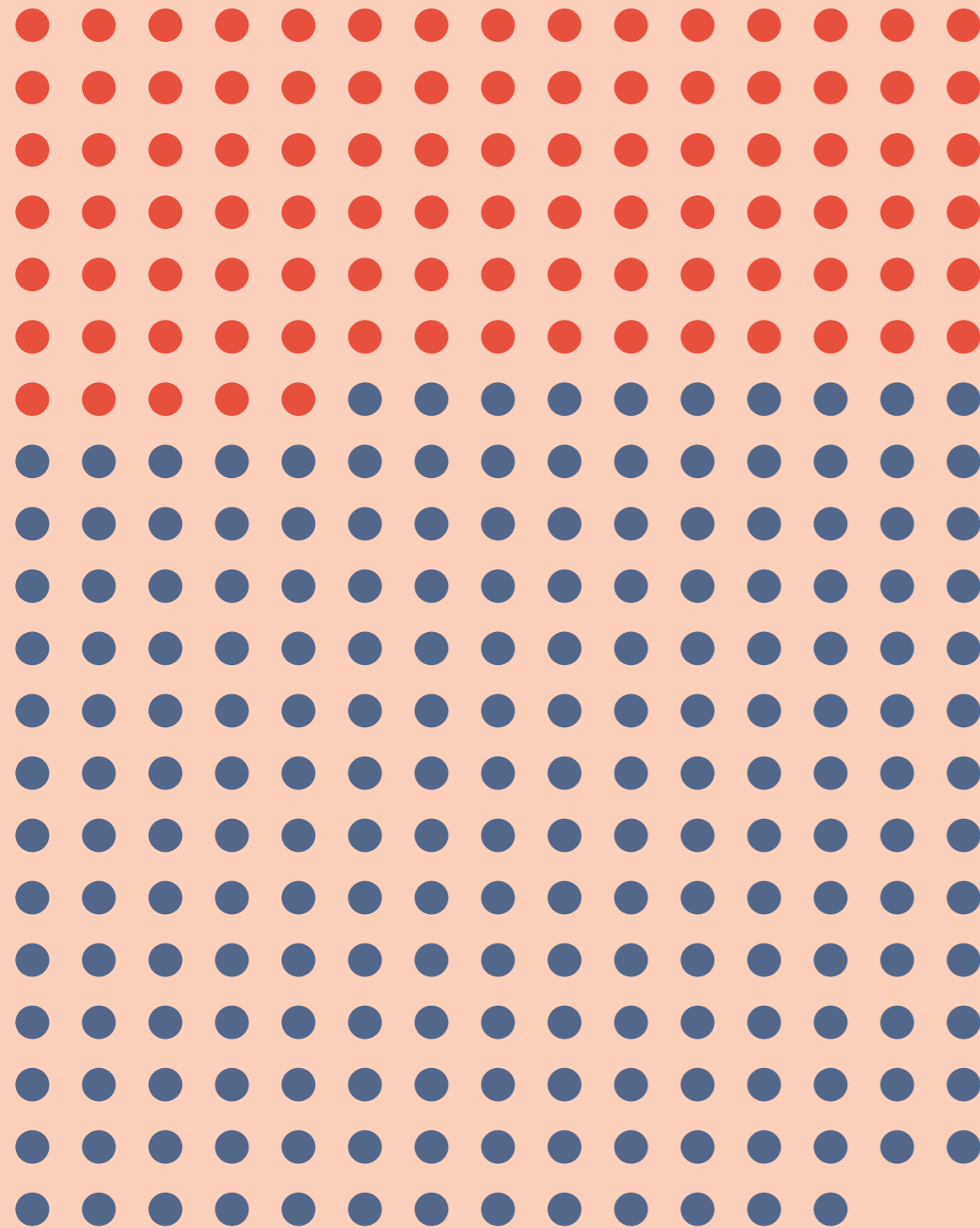
Respecto a la adopción, el Sename se encarga de alrededor del 80%<sup>20</sup> de estas. En el año 2016 se iniciaron 658 nuevas causas de susceptibilidad de ser adoptado. En ese mismo año, 281 menores se encontraban en programas y residencias para adopción.

En este contexto, para evaluar las necesidades de infraestructura del Sename, se considera el informe de la Contraloría General de la República (2015) sobre este servicio, el Informe Nacional de Visitas a Hogares y Residencias de Protección Red Sename y Privados, realizado por la Corporación Administrativa del Poder Judicial (2016), y el Informe sobre la situación de derechos humanos en Chile del Instituto Nacional de Derechos Humanos (2016). Estos documentos proveen información cualitativa que permite orientar la discusión sobre las necesidades de infraestructura.

El informe de la Contraloría General de la República estudió un total de 89 centros colaboradores del Sename, equivalente al 27,3% del total en el año 2013. El informe constata el incumplimiento de las regulaciones legales que deben cumplir los colaboradores del

Sename. En particular, respecto a infraestructura, el documento señala que el 14% de los establecimientos no cumplen con los estándares de baños, duchas separadas por sexo y por cubículos. A su vez, indica que el 12% de los centros no cuentan con espacios adecuados para guardar las pertenencias personales o, en los que hay, están en mal estado. Asimismo, el 15% de los centros no cuentan con espacio multiuso para la realización de talleres o reuniones y/o una sala habilitada para la recepción de visitas. Finalmente, el 15% tiene condiciones estructurales insuficientes, tanto interior como exterior, esto es, muebles deteriorados, vidrios quebrados, puertas dañadas, techos en mal estado, pavimentos interiores rotos y espacios exteriores sin medidas de seguridad y limpieza. Complementariamente, el informe realizado por el Poder Judicial constata falta de mantención de mobiliario y equipamiento en los centros de atención a menores vulnerados. Adicionalmente, de las 298 residencias visitadas, el 32% de los hogares presentaba sobreocupación (Poder Judicial, 2016).

De las 298 residencias visitadas, el 32% de los hogares presentaba sobreocupación (Poder Judicial, 2016).



Por su parte, el informe sobre la situación de los derechos humanos del INDH indica que en los centros de menores del sistema de justicia juvenil, la infraestructura no permite separar adecuadamente a los menores en función de su género, edad, perfil criminal y condición judicial. Además, existen deficiencias en la infraestructura para realizar adecuadamente algunos programas o talleres que permitan la reinserción. Finalmente, indican que hay carencia de espacios para tener visitas personales, de abogados y ejercer el derecho a visitas íntimas (Instituto Nacional de Derechos Humanos, 2016).

En este contexto, el anuario estadístico del Sename 2016 revela que la tasa de ocupación vigente de las plazas que tienen en el sistema de medio libre es de 92,92%, siendo el programa de libertad asistida donde solo se hace más uso de la capacidad (105,13%). Ahora bien, la tasa de ocupación vigente de las plazas que tienen en el sistema de privación de libertad es de 71,52%, donde solo en los centros semicerrados hay una sobreocupación de 115,25%.

A la luz de estos datos, se puede desprender que es necesario que se fiscalice el cumplimiento de la ley en los Organismos Colaboradores Acreditados, de tal forma que provean un servicio homogéneo bajo el estándar establecido por las regulaciones legales vigentes. El diagnóstico de los distintos actores considerados revela que en muchas residencias no se cumple con los estándares básicos.

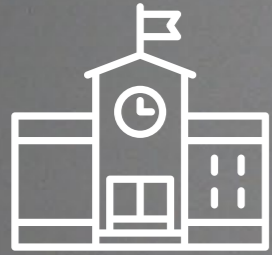
21. Se destacan las siguientes experiencias:

- Filipinas: El Community-Based Prevention and Diversion Programme, evita que los menores ingresen al sistema formal de justicia, proveyendo mediación, asesoramiento e interviniendo a nivel individual. Como resultado, se ha disminuido el número de menores detenidos a la mitad.
- Holanda: El Restorative Justice Program Halt, para adolescentes que infringen la ley por primera vez, busca evitar los cargos criminales a través de castigos personalizados, los cuales pueden consistir en disculparse con la víctima, asesoramiento y servicio comunitario.
- Sudáfrica: El Child Justice Act de 2008, estimula el uso de vías alternativas al sistema judicial formal para menores en conflicto con la ley, como entramiento de oficios, terapia, intervenciones a nivel familiar y servicio comunitario.

**14%**  
de los establecimientos del Sename no cuenta con los estándares mínimos de infraestructura para los baños.

En términos de infraestructura, pareciera existir una necesidad tanto de mejorar lo que ya existe como de aumentar la oferta de tal forma de disminuir la sobreocupación que se produce en las residencias. Por su parte, en el régimen de privación de libertad semicerrado existe una necesidad por contar con más cupos. Una forma de solucionar este problema es identificando buenas prácticas de programas alternativos utilizados en otros países<sup>21</sup>, de manera de replicarlos, e ir adoptando un enfoque de intervención comunitario y/o a nivel de hogar.

# Resumen



# 9.000.000 M<sup>2</sup>

se necesitan para alcanzar una situación adecuada en la infraestructura de educación.

**US\$15.700**

millones es la inversión requerida.

Se requiere la ampliación de:

47.718 m<sup>2</sup> ..... en comedores

133.727 m<sup>2</sup> ..... en cocinas

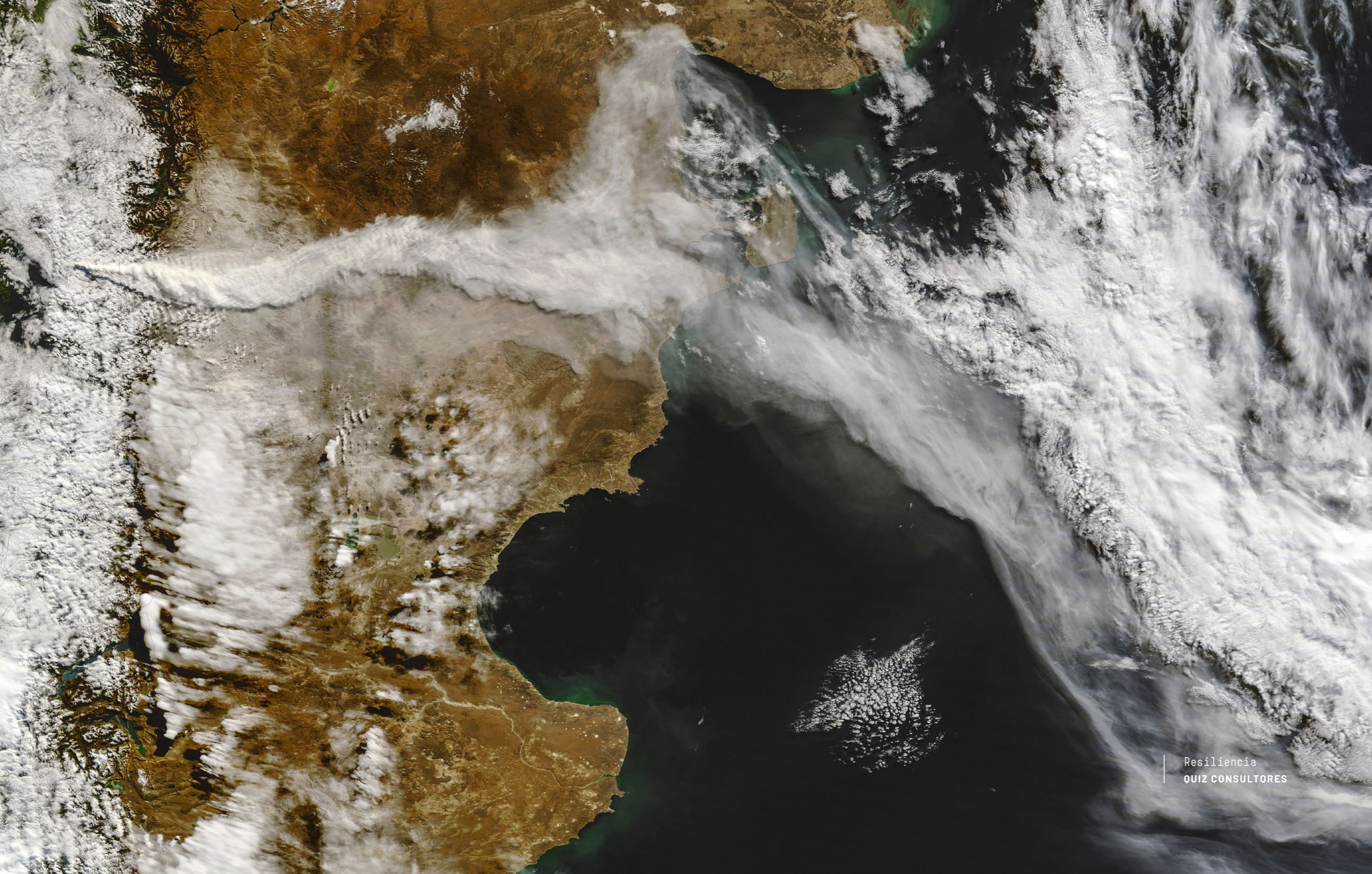
610.445 m<sup>2</sup> ..... en total



1.786.445 m<sup>2</sup> es la superficie necesaria a ampliar en la aulas existentes para 2027.

11.735 establecimientos educacionales existen en Chile, con una matrícula total de 3.548.242 estudiantes.







**RESILIENCIA**

## Marco de Análisis

616

Los primeros registros formales que proponen abordar estrategias globales de resiliencia se remontan al Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la Resiliencia<sup>1</sup> de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres, acordado por la Organización de Naciones Unidas para definir una estrategia multinacional sobre el tema. Posteriormente, en junio de 2015, también bajo la gestión de Naciones Unidas, se firma el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.

Las cifras mundiales revelan datos que justifican una acción más decidida. Los antecedentes expuestos en el Acuerdo de Sendai, muestran que en diez años, más de 700.000 personas han fallecido, 1,7 millones ha sufrido impacto en su salud, y sobre 23 millones quedaron sin hogar como resultado de desastres que han afectado a sus comunidades. Más de 100 millones resultaron desplazados por inhabilitación de su lugar de residencia o trabajo. Con diversos grados de perjuicio, sobre 1.500 millones de habitantes se han visto afectados en alguna forma y el impacto ha sido más intenso en los grupos de mayor vulnerabilidad. La estimación del monto asociado a los daños revela que las pérdidas por los eventos desastrosos superan US\$1,4 trillones en 10 años.

Documentos publicados por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), dan cuenta de la importancia creciente del concepto. Dos ten-

dencias refuerzan esta preocupación: la primera es el incremento de la población urbana, y la segunda, la mayor frecuencia de eventos catastróficos derivados del cambio climático.

En documentos recientes del Banco Mundial, se ha vinculado la recuperación de desastres con la sustentabilidad de las ciudades y con la erradicación de la pobreza. De hecho, existe evidencia sobre el mayor nivel de exposición de la población de menor ingreso al efecto extremo de los desastres.

Se plantea que las metodologías de evaluación tienden a favorecer la medición de impacto en términos de las pérdidas materiales, lo que perjudica el caso de las comunidades más pobres. En efecto, pérdidas de 10 millones de dólares en una comunidad de altos ingresos pueden tener un impacto inferior a daños por 5 millones en una comunidad pobre. Lo más notorio es en el nivel de alteración de la vida diaria, continuidad de la actividad económica y condiciones de seguridad. Si el foco de las políticas públicas es la seguridad y bienestar de la población, en el caso de la evaluación de estos impactos se requieren consideraciones adicionales que refuercen el resguardo de las capas más vulnerables, para las cuales la pérdida material implica la desaparición de todo su patrimonio. Consecuencias de grandes desastres, como deterioro de la salud o deserción escolar pueden producir impactos en los grupos vulnerables que se extienden por más de una generación.

1. Se define «resiliencia» como «la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas».

Fuente: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters.

Una de las conclusiones más importantes de la investigación realizada por el Banco Mundial es que las medidas dirigidas a reducir la pobreza son convergentes con aquellas que buscan aumentar la resiliencia. La Tabla 1 muestra la relación entre el grado de desarrollo y el impacto de los desastres en

la población, según la Base de Datos Internacional de Desastres, mostrando con claridad que un mayor ingreso tiene asociada una reducción de personas afectadas. En efecto, el Índice de Desarrollo Humano (HDI en la Tabla), se relaciona inversamente con la población afectada.

617

### Relación entre nivel de desarrollo e impacto de los desastres

› TABLA 1

		MUERTOS (POR MILLÓN DE PERSONAS)		POBLACIÓN AFECTADA (POR MILLÓN DE PERSONAS)		COSTO (% DEL PIB)	
		1971-1990	1991-2010	1971-1990	1991-2010	1971-1990	1991-2010
Grupo de países según HDI	Muy alto	0,9	0,5	196	145	1,0	0,7
	Alto	2,1	1,1	1.437	1.157	1,3	0,7
	Medio	2,7	2,1	11.700	7.813	3,3	2,0
	Bajo	6,9	1,9	12.385	4.102	7,6	2,8
<b>MUNDO</b>		2,1	1,3	3.232	1.822	1,7	2,0

18%

han aumentado los costos por concepto de desastres naturales entre los períodos 1971-1990 y 1991-2010.

No todas las medidas de mitigación posibles implican inversiones. Por ejemplo, construir diques en zonas inundables puede requerir cantidades importantes de recursos. Pero consolidar una planificación urbana que incorpore la prevención de desastres no requiere inversiones inmediatas en obras, sino una institucionalidad ordenada y sólida, lo que puede requerir un presupuesto especial a lo largo de un período.

La dinámica entre las dos dimensiones permite comparar políticas de inversión y prevención. Por ejemplo, si la población más pobre incrementa sus ingresos promedio en 10%, es posible que aumente el riesgo de pérdidas materiales debido a que tendrán acceso a más bienes. Pero, debido al mayor ingreso, están también mejor preparados, tienen más capacidad de ahorro y acceso a servicios, por lo que el beneficio en recuperación del bienestar excede largamente el monto invertido.

Con el propósito de crear un marco de análisis, el Banco Mundial analizó el caso de 117 países, entre ellos Chile, para elaborar perfiles que permitieran estimar el costo de reducir las pérdidas de activos y bienestar. En la misma forma, para contribuir al análisis estructurado y comparable de los casos, se ha propuesto una terminología con sus respectivas definiciones, lo que permite clasificar cada evento y asociar el alcance de los impactos a un concepto identificable.

Aunque es frecuente la asociación entre resiliencia e infraestructura redundante, el término tiene un alcance significativamente más amplio. Como se indicó antes, puede incluir desde institucionalidad hasta obras y, especialmente, medidas de pronta reacción.

Durante los últimos años se han agregado nuevas categorías al análisis del impacto de desastres:

- **Tecnológicos.** Se refieren al impacto de fallas en maquinaria y vehículos. La mayor parte se clasifica entre industria y transporte, que son los ámbitos en los cuales tienen mayor probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, un derrame de petróleo o una explosión en una fábrica, constituyen un desastre originado en problemas de tecnología. Su impacto cambia dependiendo del sitio en que ocurren, pudiendo —como en el caso del derrame— transformarse en desastres ecológicos. Todas las medidas preventivas de procesos industriales contribuyen a mitigar este tipo de situaciones.
- **Biológicos.** Incluyen epidemias, contagios y propagación de virus que afecten en forma grave a la población. La gripe aviar, por ejemplo, fue un caso representativo de este riesgo.

**Una infraestructura resiliente no es necesariamente una duplicación de lo existente, sino su protección, y la generación de capacidades en las personas y autoridades para reaccionar coordinadamente, anticiparse a los eventos de alto impacto, construir las redes de apoyo en forma oportuna e implementar las medidas que ayudan a los ciudadanos a su recuperación.**

## Medidas generales de mitigación

620

Diversos documentos afirman que no existen los desastres naturales. Existen eventos naturales de alto impacto, pero con la prevención adecuada, se logra minimizar el daño y de ser posible, evitar pérdidas de vidas y bienes. Las implicancias de esta situación no solo son individuales. Además del daño obvio en las instalaciones productivas, la economía se resiente cuando habitantes que tienen un potencial productivo no pueden aportar ni lo gran —por esta misma situación— cumplir con sus obligaciones financieras. La frecuencia con que ocurren los desastres ha aumentado a tasas mayores que la disminución del grupo más vulnerable, lo cual abre una nueva brecha que crece en la medida que no se cuenta con la protección adecuada.

Entre las medidas más efectivas para mitigar el impacto de desastres naturales se encuentran:

- Planes de uso de suelo que consideren el impacto de eventos desastrosos. La localización de construcciones en terrenos con pendiente, áreas costeras o bordes de ríos, proximidad a cauces de lava volcánica, cercanía a fallas geológicas, entre otros, expone a la población en forma evidente. En cambio, soluciones como parques inundables o áreas de prohibición para construcciones, funcionan en forma eficaz como mitigadores de impacto.

- Infraestructura más abundante y resistente. Una forma de apoyar la recuperación de la población afectada es asegurar que contarán con servicios básicos en un plazo breve, y que lograrán conectarse con sus zonas de trabajo y estudio también en corto tiempo. En ciertas zonas esto significa completar la cobertura básica. En otras, reforzar la que ya existe. La complicación de atraer inversión privada a este tipo de proyectos radica en la dificultad para transformar los beneficios (más bien daños evitados) en flujos financieros.
- Más inversión. Usualmente es complejo justificar los volúmenes de inversión requeridos para protección, debido a que generan beneficios pero no ingresos (a diferencia, por ejemplo, de una carretera que recauda peajes a lo largo de su vida útil, y puede cubrir sus costos de inversión y operación). Esto inhibe fuertemente la asignación de recursos a infraestructura de protección en todo el mundo y especialmente en los países en desarrollo.
- Protección de ecosistemas cuya destrucción puede causar alto impacto. Los episodios de sequía o cambio climático se ven acentuados cuando se alteran ecosistemas relevantes para el equilibrio global.
- Mejorar la normativa de edificación. Esto implica tanto establecer las condiciones

mínimas que garanticen la resistencia de la infraestructura como el control de su aplicación.

- Invertir en sistemas de protección de áreas agrícolas. Es frecuente que luego de una catástrofe se debilite la red de abastecimiento de alimentos y los precios se eleven en forma desproporcionada, debido a la situación de escasez.
- Fortalecer la capacidad de ahorro de los sectores más pobres. La disponibilidad de ahorro es indispensable para volver a un estado de normalidad luego de un desastre. Esto requiere promover nuevos instrumentos que permitan ahorrar incluso en los estratos cuyo ingreso solo

permite cubrir la subsistencia. Es lo que se ha llamado inclusión financiera.

- En esta misma dirección, se requiere fortalecer la diversidad de instrumentos de seguros. Contando con nuevos productos de bajo costo y cobertura masiva, dirigidos a los sectores más vulnerables, se puede lograr también una recuperación en plazo predecible.
- Ampliar la cobertura básica de salud. Especialmente en los países en desarrollo, en que el acceso universal a servicios es limitado, la inversión en protección permite una recuperación rápida de los daños y, como resultado, permite que la vuelta a la actividad normal ocurra en un plazo corto.

621





# Índices de Resiliencia

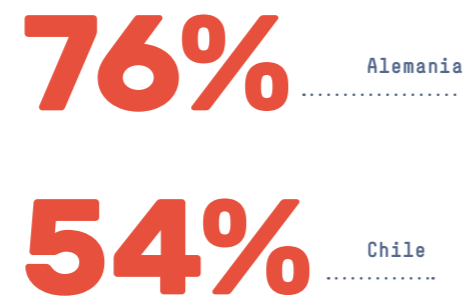
A partir de una base objetiva, que permite comparar casos y dimensionar el potencial beneficio de las medidas de prevención, se ha establecido una medida que considera una relación entre las pérdidas materiales y aquellas relacionadas con el bienestar. La Ecuación 1 refleja esta definición:

## > ECUACIÓN 1

$$\text{Resiliencia Socioeconómica (\%)} = \frac{\text{Pérdidas patrimoniales}}{\text{Costo de recuperar el bienestar}} \times 100$$

El índice tiene valor 100, si el costo de recuperar el bienestar es igual al valor de las pérdidas de bienes. Países desarrollados como Alemania alcanzan un índice de 76%, mientras que el valor estimado para Chile es 54%. Un efecto observado en el caso de países de altos ingresos, es que la diferencia entre favorecer a los habitantes de ingresos mayores o menores es casi irrelevante. Y en esos casos también el rendimiento marginal de las inversiones es bajo, puesto que todas las medidas de preparación ya han sido adoptadas, y el porcentaje no cubierto recoge en buena parte los impactos no predecibles que puedan ocurrir.

## Índice de Resiliencia Socioeconómica:



La Tabla 2 muestra un ejemplo de los valores calculados para un grupo de países, incluyendo a Chile. [VER TABLA 1-2](#)

La Figura 1 a continuación da cuenta del impacto potencial de diferentes políticas de prevención o mitigación para el caso de Chile. [VER FIGURA 1](#)

## Índices y ganancia anual estimada de políticas de resiliencia

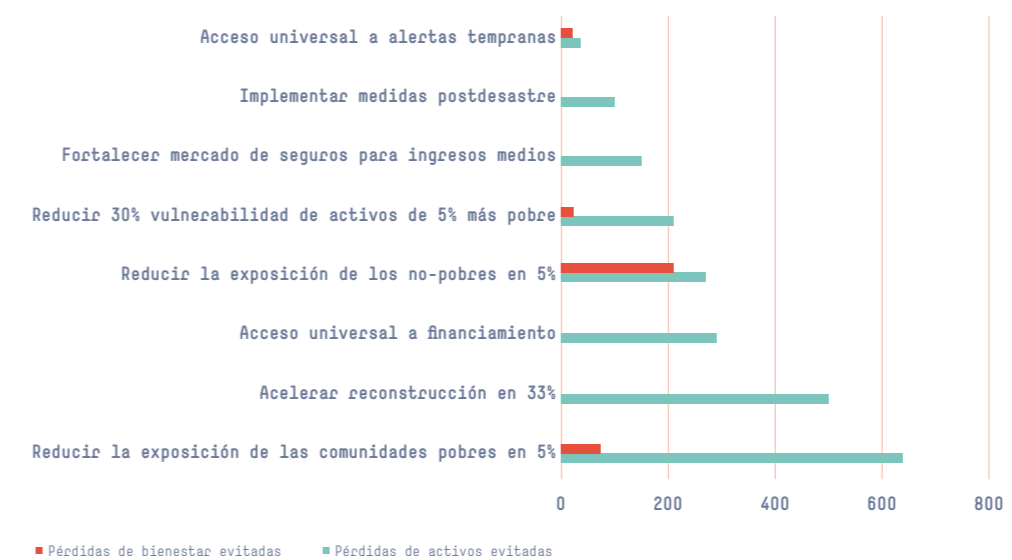
Fuente: Elaboración propia.

> TABLA 2

PAÍS	PIB PER CÁPITA (US\$ PPP)	POBLACIÓN (MILLONES)	ACTUAL		CON PROGRAMA DE RESILIENCIA				GANANCIA ANUAL DEL PLAN DE RESILIENCIA (MMUS\$, PPP)
			RIESGO SOBRE ACTIVOS (% DEL PIB)	RESILIENCIA (%)	RIESGO SOBRE BIENESTAR (% DEL PIB)	RIESGO SOBRE ACTIVOS (% DEL GDP)	RESILIENCIA (%)	RIESGO SOBRE BIENESTAR (% DEL PIB)	
Argentina	18.987	41	0,44	57	0,78	0,43	73	0,59	1.283
Australia	42.814	23	0,2	72	0,28	0,20	82	0,35	27
Chile	21.714	18	0,97	54	1,79	0,96	63	1,53	973
Colombia	12.025	48	1,37	45	3,04	1,36	63	2,16	4.959
Italia	33.924	60	0,58	67	0,86	0,58	77	0,75	2.019

## Impacto potencial de políticas alternativas pro-resiliencia (MMUS\$/año)

> FIGURA 1



## El caso de Chile

La situación en Chile hace evidente la conveniencia de abordar la recuperación de desastres como tarea permanente.

La Tabla 3 muestra la ocurrencia de algunos eventos que han afectado en la última década a nuestro territorio en forma grave,

con impacto en las personas y en el sistema de actividades. Según las mismas estadísticas de UNISDR, Chile debió asumir costos por us\$3.100 millones en 2015 para reconstrucción y prevención de daños mayores.

### Algunos eventos desastrosos ocurridos en Chile en los últimos 10 años

Fuente: Elaboración propia.

> TABLA 3

AÑO	TERREMOTO	DERRUMBE	INUNDACIÓN/ ALUVIÓN	ERUPCIÓN	MAREJADA	VIENTO	INCENDIO	OTROS
2007	Tocopilla							
2008				Chaitén				
2010	Cobquecura	Mina San José						
2011				Caulle			Torres del Paine	
2014	Iquique						Cerros Valparaíso	
2015			Atacama - Elqui	Villarrica, Calbuco		Ciclón Valparaíso	Valparaíso	
2016	Chiloé		Santiago - San José de Maipo		Frecuentes en todo el país			Crisis salmón
2017			Puerto Octay - Alto del Carmen, Chaitén		Frecuentes en todo el país	Región Metropolitana al sur	Valparaíso hasta Los Lagos	

La base de datos interactiva de Naciones Unidas<sup>2</sup> muestra la frecuencia histórica de algunos desastres naturales que han afectado a nuestro país en el pasado. Es evidente la condición de riesgo que se deriva de ella.

La Figura 2 incluye la ocurrencia de sismos, tsunamis y erupciones volcánicas. Se observa que, además de aquellos que ocurren dentro del territorio, nuestro país está rodeado por áreas de riesgo, lo que naturalmente aumenta su grado de exposición.

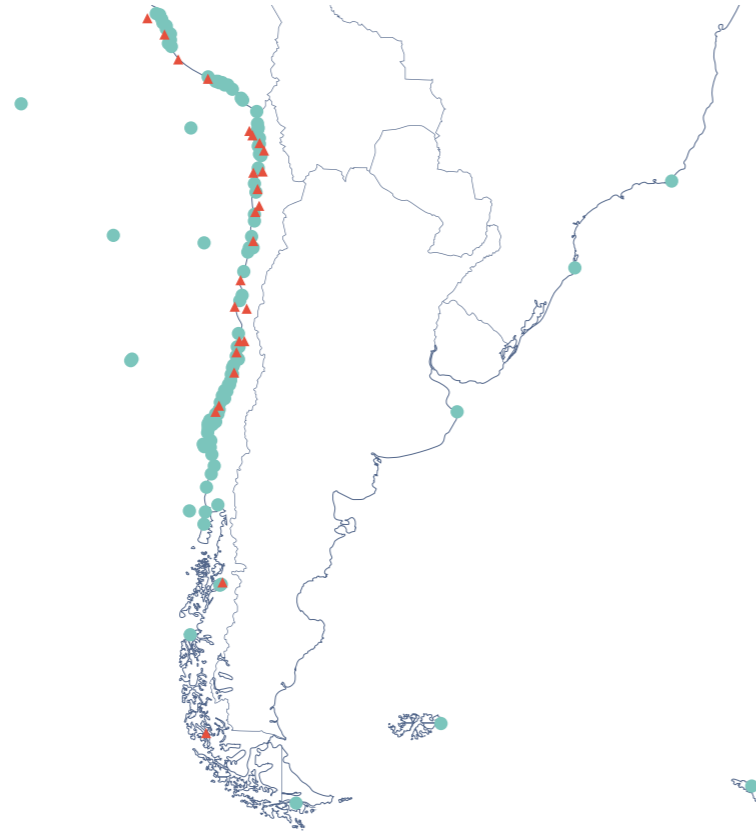
2. <http://preview.grid.unep.ch/>



**Volcán Chaitén**  
3 de Marzo, 2009. Nasa

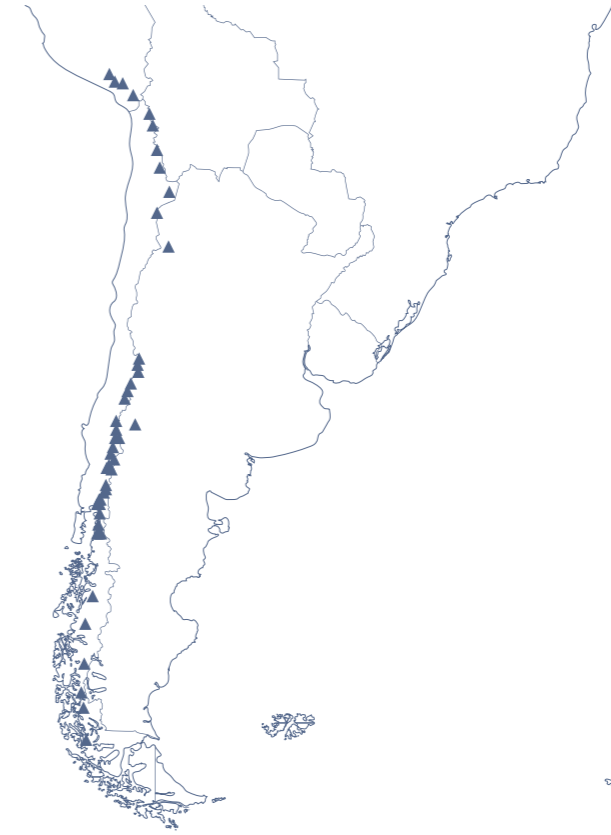
**Registro histórico de sismos, tsunamis y erupciones volcánicas en Chile**  
 > FIGURA 2

- Tsunami Runup
- ▲ Origen Tsunami



**Tsunami**  
 [origen o zona de entrada, número de casos]

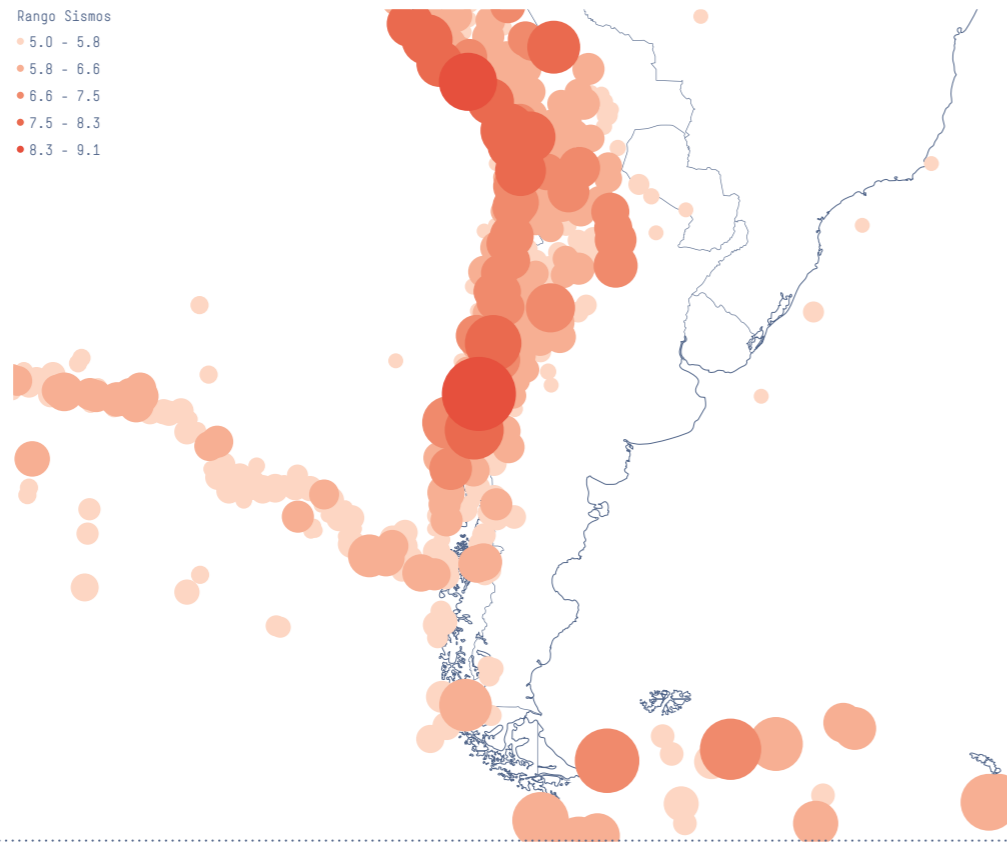
- ▲ Erupciones Volcánicas



Fuente: Elaboración propia con imágenes de Global Risk Data Platform. <http://preview.grid.unep.ch/>

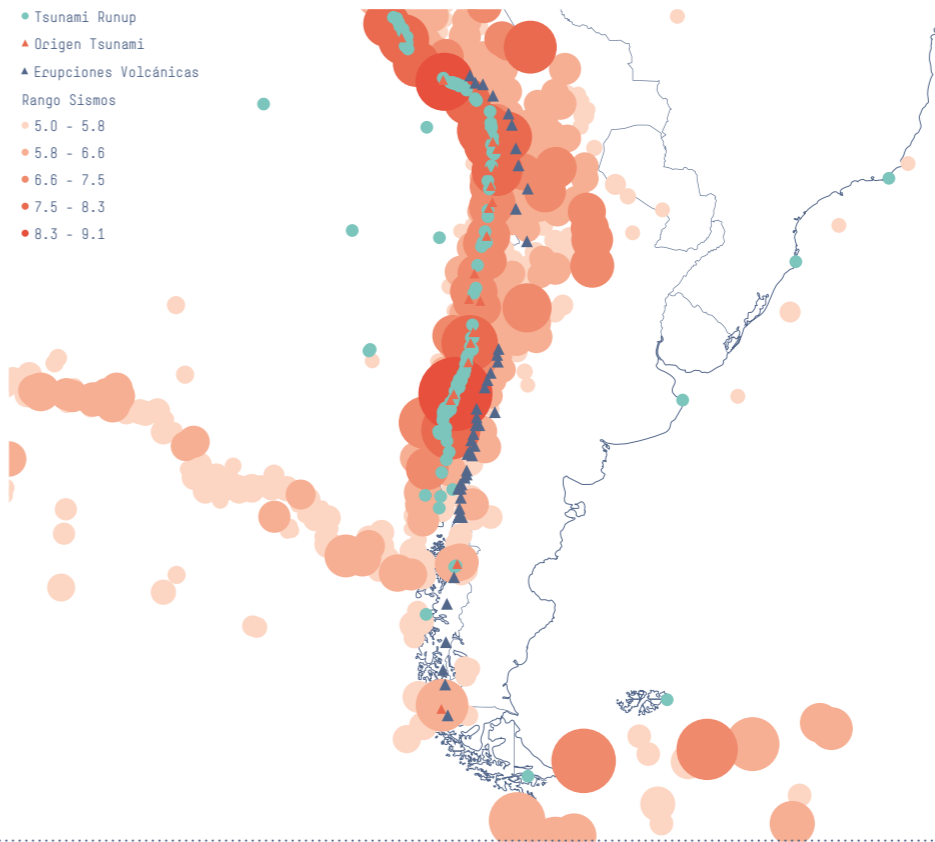
**Erupciones volcánicas**  
 [número de casos]

- Rango Sismos
- 5.0 - 5.8
  - 5.8 - 6.6
  - 6.6 - 7.5
  - 7.5 - 8.3
  - 8.3 - 9.1



**Terremotos**  
 [número de casos]

- Tsunami Runup
  - ▲ Origen Tsunami
  - ▲ Erupciones Volcánicas
- Rango Sismos
- 5.0 - 5.8
  - 5.8 - 6.6
  - 6.6 - 7.5
  - 7.5 - 8.3
  - 8.3 - 9.1



**Resumen erupciones volcánicas, tsunamis y terremotos.**  
 [número de casos]

El Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, publicó recientemente un completo catastro<sup>7</sup> de los desastres que han implicado peligros geológicos (remociones en masa, sismos, maremotos, inundaciones, aluviones, erupciones, entre los más importantes). Este documento refuerza lo indicado antes y explica en forma detallada la situación que se observa en el mapa de la figura anterior.

Sernageomin plantea en su informe<sup>3</sup> el objetivo de relevar tres aspectos críticos de política pública que se ordenan en la misma dirección recomendada por Naciones Unidas.

- El mensaje de que «los desastres no son naturales», sino secuela de las decisiones u omisiones humanas, al construir en zonas de peligros geológicos conocidos.
- La conciencia sobre la necesidad de generar información técnica que permita zonificar los peligros geológicos a escala nacional, regional y comunal.
- Avanzar en dotar a la información técnica del estatus jurídico vinculante sobre decisiones de uso de suelo y ordenamiento territorial. Lo anterior, con la finalidad de reducir y/o evitar impactos humanos y materiales, mediante obras de mitigación y restricciones adecuadas.

A pesar de la amplia variedad de ámbitos que cubre la prevención de riesgos asociados a desastres, surgen tres líneas de trabajo que se han consolidado para recomendar acciones concretas, bajo una estructura clara, a los países.

La primera es la **cuantificación** y el desarrollo de índices. A pesar de la frecuente ocurrencia de desastres, Chile no está representado en algunas de las bases de datos más importantes sobre eventos de alto impacto (o lo está solo respecto a un tipo de situación). Establecer índices y objetivos asociados a cada uno de ellos, será una medida efectiva de apoyo a la planificación de largo plazo. Esto requiere contar con catastros de población, territorio y actividades, establecer metas asociadas a políticas de mitigación y contar con un mecanismo de medición continua, que permita evaluar la efectividad de las acciones adoptadas.

La segunda es la **prevención**. Después del terremoto de febrero de 2010, la población ha tomado mayor conciencia sobre la forma de reaccionar ante un evento de alto impacto. Los ensayos en colegios, y operativos de evacuación han ampliado su alcance y pueden considerarse cada vez más parte de las rutinas de seguridad de hogares, colegios y empresas. Mientras otras medidas requieren plazos medio y largo para implementarse, especialmente si implican nueva infraestructura o cambios normativos, la prevención es posible de reforzar en el corto plazo y sus resultados positivos son indiscutibles.

La tercera línea de trabajo es la **inversión**. La evidencia muestra la relación que existe entre el nivel de ingreso y desarrollo de un país y la incidencia de impactos de desastres en las personas. Ningún país ha logrado revertir el impacto de desastres sin inversión directa en infraestructura de calidad y cobertura adecuadas.

3. Principales desastres ocurridos desde 1980 en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Febrero, 2017.

Dada la limitación de recursos, la estrategia para enfrentar desastres más apropiada en Chile debería priorizar al 5% más vulnerable.



La cifra anual de US\$100 millones permitiría avanzar en protección, y evitar gastos por alrededor de 900 millones de dólares al año.

# Ciudades resilientes

El concepto de resiliencia se ha fortalecido en la planificación de las ciudades. Como lo indica su definición, la resiliencia implica la preservación y la restauración de las estructuras y funciones básicas de una comunidad, sistema o sociedad, de manera que sea capaz de recuperar su normalidad a través de acciones de alcance diverso.

La densidad de población en este caso es un factor que incrementa la población expuesta en áreas geográficas acotadas, por lo que un evento desastroso en una zona urbana puede causar un grave impacto. Es el caso de los terremotos en que derrumbes de edificios resultan en una gran cantidad de personas heridas y fallecidas, o aludes de agua y barro que causan similar destrucción.

En el caso urbano, el alcance del análisis se ha hecho más difuso, abordando aspectos que no necesariamente representan un desastre del que se debe recuperar a la población o al sistema urbano. En este caso más bien se ha tendido a priorizar elementos de bienestar urbano y preparación de la población para actuar coordinadamente en caso de desastres.

La Fundación Rockefeller promueve la iniciativa «100 Ciudades Resilientes», una de las más conocidas y de mayor alcance en el mundo, con el objetivo de «ayudar a las ciudades alrededor del mundo a ser más resilientes a los desafíos físicos, sociales y económicos que son parte creciente del siglo 21».

Esta iniciativa busca restablecer el tejido social afectado por el estrés que generan situaciones como desempleo, transporte público insuficiente o de mal servicio, violencia endémica, desabastecimiento de elementos básicos y otros de similar naturaleza. La iniciativa contempla líneas de trabajo que pue-

den resumirse en la construcción de redes de soporte técnico y financiero, y en la elaboración de estrategias de resiliencia para cada urbe que forme parte de la iniciativa.

De América del Sur, participan en la iniciativa: Medellín, Cali, Montevideo, Buenos Aires, Rio de Janeiro y Santiago de Chile. En general, las estrategias de resiliencia contemplan:

- El desarrollo de huertos urbanos, como medida de autoabastecimiento de verduras y reducción del movimiento de camiones de distribución. La agricultura en pequeña escala local se considera una forma práctica de abastecimiento en caso de un desastre que interrumpa la disponibilidad de alimentos.
- Ciudades caminables. Con el propósito de independizar el desplazamiento de modos no motorizados y recuperar la vida normal, se promueve el modo caminata con infraestructura especial y cobertura que permita ser elegido en forma masiva. Un objetivo de largo plazo en este caso es que la localización de las personas y sus sistemas de actividades tengan una mejor relación que la actual, y las distancias a recorrer diariamente sean realmente caminables.
- Redes de comunicación. La recuperación ante catástrofes depende en gran medida de la disponibilidad de redes activas que permitan conectar nuevamente la red social y de trabajo. Por esto, la protección de la infraestructura de telecomunicaciones resulta crítica.
- Biomimetismo. Consiste en utilizar técnicas eficientes observadas en la naturaleza. Por ejemplo, diseñar sistemas de ventilación de edificios similares a

aquellos observados en los termiteros, que permiten circulación de aire y regulación natural de la temperatura, evitando el consumo de energía.

- Impacto de las inversiones. Plantea que los impactos de los proyectos deberían medirse junto con la inversión y considerar mitigaciones generales (no solo de circulación de tráfico), sobre el entorno y el ambiente. No considerarlos implicaría un riesgo de estrés posterior y en ocasiones la imposibilidad de soluciones inmediatas.
- Uso de biocombustibles en lugar de los combustibles convencionales. Tanto por las emisiones como por el reemplazo energético, este cambio forma parte de la estrategia propuesta.
- Presupuestos públicos participativos. Un foco de la estrategia es la priorización de inversiones según necesidades de la comunidad, con participación activa de sus integrantes. Esto requiere por una parte elaborar planes de inversión que deben ser sometidos a discusión, como recibir propuestas que requieren luego unificarse con las demás iniciativas públicas. El impacto en resiliencia se refiere a que el compromiso de la comunidad con sus avances aumenta si formó parte de ellos desde el inicio.
- Sistemas públicos de bicicletas. En línea con las caminatas, el fomento de modos no motorizados busca la independencia de los habitantes en cuanto a sus desplazamientos, puesto que ello les facilita, en caso de un desastre, recuperar su actividad normal en corto tiempo.
- Redes de vecinos. Más allá de la tarea propia de las Juntas de Vecinos, este objetivo promueve el desarrollo de contac-

tos de ayuda, comunicación permanente y soporte para diversas situaciones. Parte de la recuperación tiene que ver con la disponibilidad de estas redes; que una vez fortalecidas, pueden asumir roles de coordinación que liberan al estado para que destine sus esfuerzos a aquellos más afectados.

- Sistemas de transporte masivo. Nadie duda a estas alturas de la necesidad y conveniencia de los sistemas de transporte urbano masivo. El aumento de la población urbana y su concentración en áreas más densas tendrá como resultado la escasez de espacio. Se requerirá entonces priorizar el uso de la vialidad y la manera más eficiente es a través de modos masivos en ejes prioritarios. Pueden ser buses en corredores exclusivos, sistemas de metro, ferrocarril urbano o tranvía, complementados con buses convencionales. El objetivo es también concentrar la inversión (y los consiguientes esfuerzos de recuperación) en ejes principales que, al ser recuperados, resuelven los desplazamientos de gran cantidad de personas.
- Control de la delincuencia y la violencia. Una condición básica para reducir el estrés de los ciudadanos es fortalecer la seguridad. Tanto las redes de vecinos como la acción preventiva de las autoridades locales permiten reducir este impacto.

En el caso de Santiago, las prioridades son transporte público, medio ambiente y equidad social y territorial. El contenido revela una intención de fortalecer la capacidad de la ciudad a través del fortalecimiento de las oportunidades de sus habitantes.

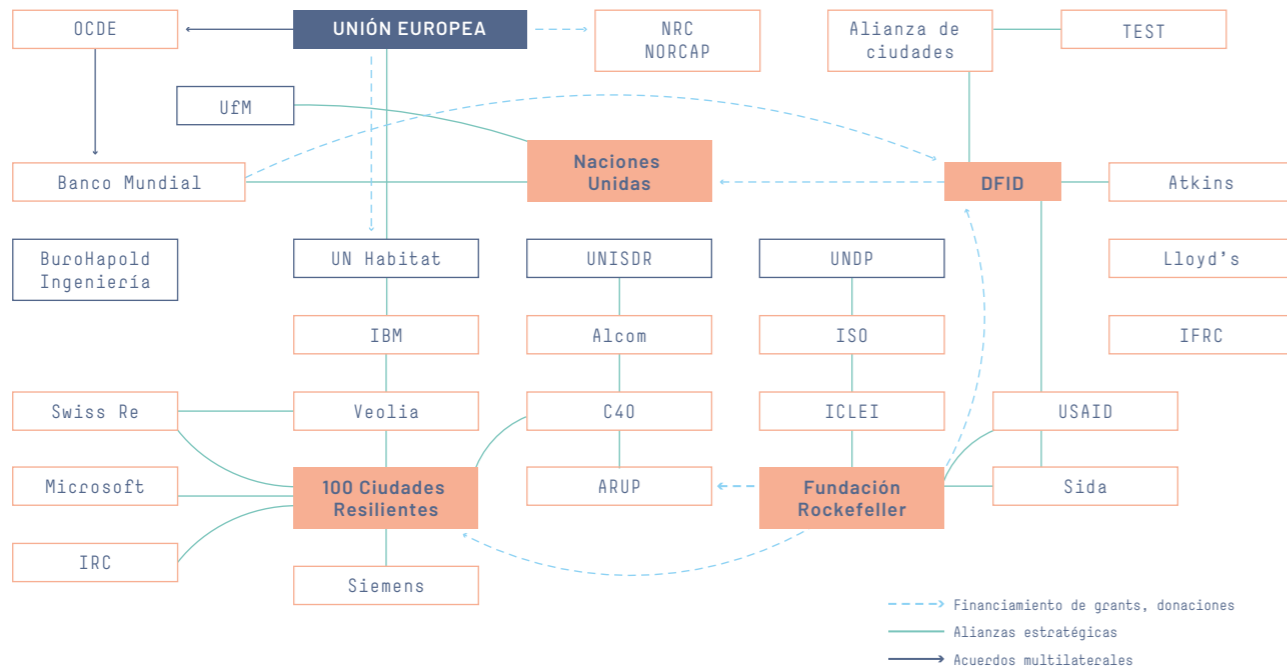
## Aspectos institucionales

Para avanzar en las iniciativas descritas ha sido necesario establecer algunas responsabilidades y relaciones entre las partes. La Figura 3 muestra en forma esquemática la

manera en que se relacionan las organizaciones dedicadas a fortalecer la resiliencia de ciudades y países.

### Esquema de relaciones institucionales que sustenta las iniciativas sobre resiliencia.

FIGURA 3



Como se puede observar, se trata de un tema multidisciplinario y multiinstitucional, lo cual refleja la complejidad del tema, pero también la importancia con que está siendo abordado en todo el mundo. Llama la aten-

ción, además, en esta red la participación de organismos bilaterales, entidades privadas y consorcios públicos, marcando la transversalidad con que se requiere trabajar para implementar soluciones.

Fuente:  
Elaboración propia.

## Inversiones

Estimar las inversiones requeridas para asegurar la resiliencia de la infraestructura tiene asociado, inevitablemente, el ejercicio de realizar supuestos sobre eventos que por su naturaleza son impredecibles, tanto como la magnitud de los daños que podrían causar.

No obstante esto, el Banco Mundial ha calculado el monto de inversión requerido, que evitaría un gasto posterior, obligatorio para recuperar en el corto plazo la normalidad de los sistemas social y económico después de una catástrofe. Para esto se basó en las estadísticas de ocurrencia de eventos en Chile, desde que existen registros.

Según la Figura 1, la inversión que produciría el mayor beneficio para Chile, en cuanto a ahorro de recursos futuros, es reducir la exposición a riesgos del 5% más pobre de la población, lo cual tiene un costo aproximado de us\$100 millones por año. Dado que este ejercicio no especifica en qué plazo podría alcanzarse un estado de resguardo adecuado, puede usarse como referencia el grado de cambio observado en los impactos en la medida que aumenta el ingreso, como se muestra en la Tabla 1. Según este registro, con una inversión poco superior al 1% anual del PIB, se logró reducir en aproximadamente un 40% la población expuesta, en un plazo de 10 años.

La tasa de reducción, como se observa en la misma tabla, decrece en la medida que el ingreso aumenta. Sin embargo, alcanzar los niveles de población expuesta que tenían los países desarrollados en 2010, podría tomar aun otros 20 años o más. Bajo el supuesto de mejoras tecnológicas y mayor educación de la

población, podría anticiparse que en ese plazo la situación se asemeje más a la que actualmente reportan los países de alto ingreso. Por lo anterior, un supuesto de 1% del PIB como inversión anual en los próximos 10 años, permitiría corregir los casos de la población más vulnerable, cuya capacidad de recuperación es la más limitada.

En resumen, con una inversión anual de us\$ 2.400 millones, nuestro país podría lograr condiciones en que la población sea capaz de volver en un plazo breve a recuperar sus actividades habituales, y más importante aún, lograría reducir el número de personas potencialmente afectadas.

Dada la limitación de recursos, la estrategia más apropiada en Chile debería priorizar al 5% más vulnerable y entonces la cifra de us\$100 millones por año permitirían avanzar en protección, evitando gastos por alrededor de 900 millones de dólares al año.

Esto comprende medidas de gestión y cambios institucionales (fortalecimiento de los sistemas de prevención y de la capacidad de reacción a catástrofes), además de inversiones en relocalización de viviendas y refuerzo de infraestructura crítica.

En resumen, la infraestructura resiliente no es necesariamente una duplicación de lo existente, sino su protección, y la generación de capacidades en las personas y autoridades para reaccionar coordinadamente, anticiparse a los eventos de alto impacto, construir las redes de apoyo en forma oportuna e implementar las medidas que ayudan a los ciudadanos a su propia recuperación.

En términos de obras, este monto debería cubrir, entre otras:

- El acceso de la población a servicios básicos. Uno de los impedimentos principales para recuperar la normalidad se refiere a la disponibilidad de energía, agua y servicios diversos. Entre ellos, el acceso al agua se identifica como el más crítico.
- El mejoramiento de la calidad de las viviendas sociales. El monto asociado debería estar considerado en la estimación de brecha de vivienda urbana.
- La disponibilidad de métodos de información y protección.
- La construcción de defensas contra los riesgos más importantes (agua).

- La habilitación de redes de transporte motorizado y no motorizado que se activen en forma programada tan pronto ocurra un desastre.
- La construcción de infraestructura de respaldo en las rutas más críticas.

En parte, las estimaciones de necesidades de inversión en vialidad, vivienda y transporte dimensionan las necesidades indicadas. La única cifra que corresponde exclusivamente a medidas de resiliencia, es aquella destinada a mejorar las condiciones de respuesta al 5% más pobre de los habitantes.

Como referencia se incluye la Tabla 4, en que se clasifican las inversiones realizadas para mitigar los impactos de desastres y reparar los daños principales.

**Inversiones asociadas a desastres naturales de alto impacto, noviembre de 2007 a junio de 2016 (MM\$)**

> TABLA 4

FECHA	HITO	INVERSIÓN EMERGENCIA	INVERSIÓN EN RECONSTRUCCIÓN
14-11-2007	Terremoto de Tocopilla	-	864
29-01-2008	Inicio Emergencia por Sequía	123.271	-
01-05-2008	Erupción Volcán Chaitén	1.697	31.745
27-02-2010	Terremoto Zona Centro Sur (27F)	200.299	205.892
10-03-2012	Desborde Río Las Minas	5778	-
01-04-2014	Terremoto Zona Norte	46.364	799
12-04-2014	Incendio Valparaíso	68	573
03-03-2015	Erupción Volcán Villarrica	-	459
24-03-2015	Aluvión Zona Norte	140.608	165.131
22-04-2015	Erupción Volcán Calbuco	1.437	-
08-08-2015	Lluvias y Marejadas Zona Centro Norte	16.324	-
09-08-2015	Aluvión Tocopilla	3.192	-
16-09-2015	Terremoto Tsunami de Coquimbo	5.966	-
Ene-16	Marejadas de Valparaíso	710	-

Fuente:  
Ministerio de Obras  
Públicas, 2017.

En resumen, considerando solo las inversiones directas reportadas en esta Tabla, por ejemplo, en el año 2015 se destinaron más de 500 millones de dólares a gastos durante las emergencias y su reparación. Esto solo corresponde a la inversión directa asociada a los impactos materiales de los desastres. No incluye (por ejemplo) los gastos de salud de las personas afectadas, daños en el sistema financiero, impactos sobre la economía local y otros ítems en que debe incurrir el Estado para ayudar a la población a recuperar su vida normal en un plazo breve.

Tampoco se ha medido a través de un índice objetivo el impacto del cierre de puertos por marejadas, que en 2016 llegó a afectar

hasta por 30 días sin operación el año. Independientemente de la objetividad de la autoridad portuaria para decretar el cierre de los puertos, es una realidad que acompaña a la actividad de comercio exterior y la seguirá acompañando al menos en el mediano plazo.

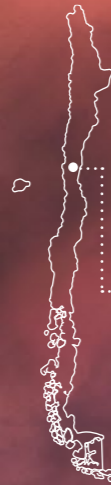
En síntesis, la resiliencia de la infraestructura y de las ciudades, es un tema inevitable en la planificación urbana y en la elaboración de planes de infraestructura.

Lo anterior revela que el concepto de resiliencia y sus estrategias de manejo deben formar parte de las políticas públicas como parte de las líneas de trabajo que con mayor probabilidad deberán desarrollarse en los próximos años.



## Resumen

**1%** del PIB anual  
invertido en infraestructura  
permitió reducir un  
**40%**  
de la población expuesta  
a desastres en 10 años  
según el Banco Mundial.



Solo en 2015 Chile debió asumir costos por US\$3.100 millones para reconstrucción y prevención de daños mayores, por eventos como las inundaciones y aluviones en el norte, erupción de los volcanes Villarrica y Calbuco, marejadas en la V Región e incendio en Valparaíso.

Santiago es una de las 6 ciudades de América del Sur que integran la red "100 Ciudades Resilientes" de la Fundación Rockefeller.

[100 Resilient Cities Centennial Challenge]

**MM\$  
951.177**

se invirtió en las localidades  
afectadas a causa de diversos  
desastres naturales.

Entre 2007 y 2016 ocurrieron 14 desastres









