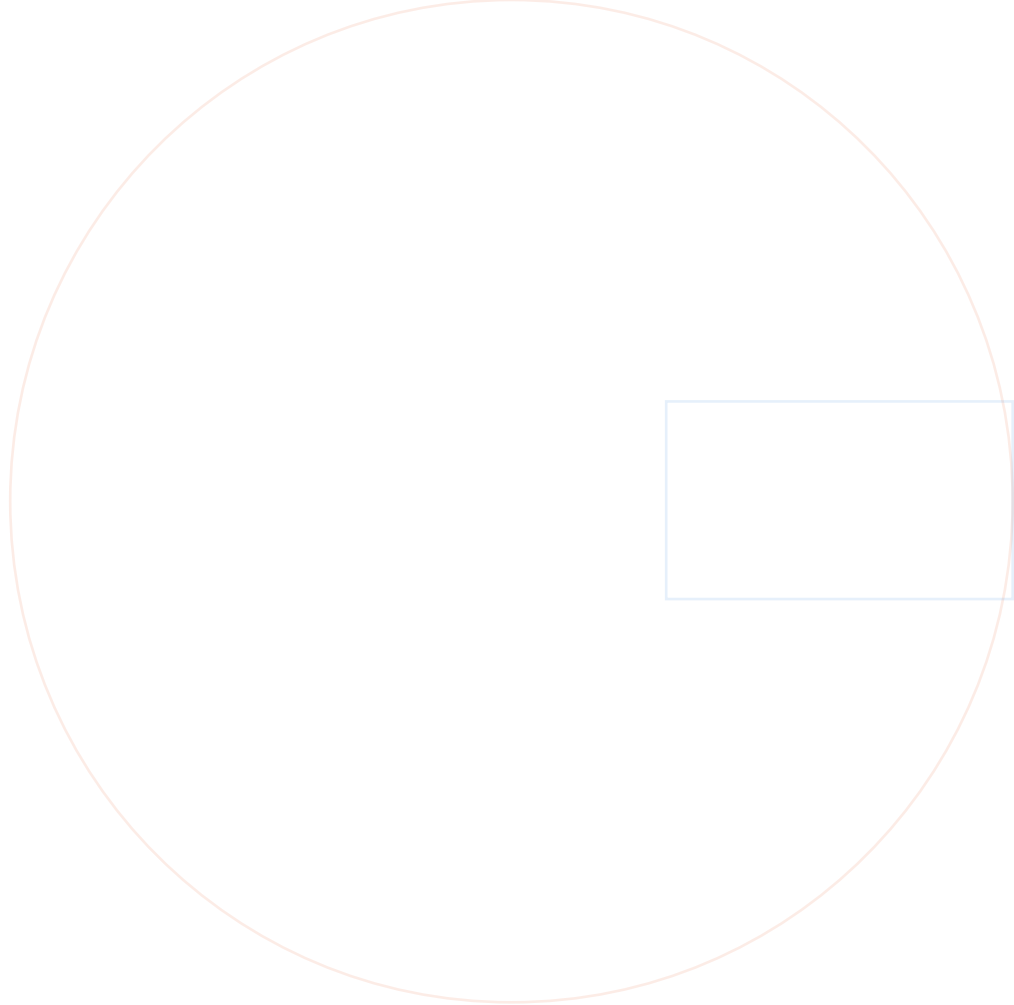


INFRAESTRUCTURA
CRÍTICA PARA
EL DESARROLLO
2022-2031



INFRAESTRUCTURA
CRÍTICA PARA
EL DESARROLLO
2022-2031

Carta del Presidente

Porque somos constructores estamos presentes a lo largo y ancho de todo el país: en las ciudades, en las zonas rurales, en la cordillera y en nuestra extensa costa. Y porque somos constructores, también estamos en “terreno”, con nuestros trabajadores y trabajadoras y con las comunidades, lo que nos da el privilegio de conocer de cerca los progresos, las carencias y las esperanzas de las y los chilenos.

Por eso nuestra Misión como gremio nos mandata precisamente a “mejorar la calidad de vida de las personas, comprometidos con el desarrollo sostenible del sector de la construcción”.

Y por eso –en virtud de esta doble responsabilidad– asumimos el desafío de elaborar este documento que identifica brechas en las distintas áreas de la infraestructura, las inversiones necesarias para acortarlas, y ojalá eliminarlas, y propone iniciativas y políticas públicas para mejorar la institucionalidad y las capacidades que tenemos como país para avanzar sistemáticamente en estas materias.

Nuestra más profunda convicción es que la infraestructura, en todas sus dimensiones, es esencial para impulsar el bienestar de las personas.

Por ejemplo, la infraestructura de agua potable y sanitaria; los proyectos de generación eléctrica y de telecomunicaciones; las calles, los caminos y las carreteras; los hospitales y los colegios, están con nosotros –día a día– sosteniendo nuestra vida y satisfaciendo nuestras necesidades fundamentales.

Asimismo, la infraestructura que permite dotar de energía a las empresas, cultivar o producir alimentos y bienes, transportar productos hasta puertos y aeropuertos y desde allí salir al mundo, también está al servicio de las personas. Y no de algunas, sino todas. Porque al hacer posible la operación de las distintas actividades productivas y que seamos un país más competitivo en el mundo globalizado, genera las condiciones para un progreso social sostenido en el tiempo.

Y tratándose de obras de infraestructura pública, estas tienen un mérito adicional: hacen que las personas y las comunidades sientan, en su vida cotidiana, los beneficios del crecimiento económico y que efectivamente viven en un país más justo y equitativo.

Es cierto que queda mucho por avanzar. Pero en estas dos décadas en las que hemos ido actualizando y perfeccionando este informe, los progresos en materia de infraestructura han sido notables.

En buena medida, estos son el resultado de un esfuerzo sistemático y compartido entre el sector público y la iniciativa privada. Y es en esta colaboración donde radica la mayor fortaleza que tenemos como país para atender en forma oportuna las demandas y expectativas de sus habitantes.

Además, hoy los proyectos de infraestructura enfrentan nuevos desafíos. Por ejemplo, deben surgir de una estrecha relación con las comunidades locales; ser priorizados, diseñados, construidos y gestionados en el contexto de una crisis climática mundial; y responder a cambios sociodemográficos muy relevantes, como el aumento de población de tercera edad.

Por ende, todos quienes participan en el desarrollo de la infraestructura deben estar a la altura de estas exigencias, en el marco de relaciones de beneficio mutuo. Solo así será posible lograr un crecimiento económico sostenible, que se traduzca en la construcción de un mejor país para todos.



Antonio Errázuriz R-T.
Presidente

Cámara Chilena de la Construcción



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

Índice

- 5 Carta del Presidente
- 9 Resumen
- 16 Escenario Futuro

Apartado I: Infraestructura Basal

- 34 ***Capítulo 1:*** Recursos Hídricos
- 66 ***Capítulo 2:*** Energía
- 116 ***Capítulo 3:*** Telecomunicaciones

Apartado II: Infraestructura de uso productivo

- 150 ***Capítulo 4:*** Vialidad Interurbana
- 180 ***Capítulo 5:*** Vialidad Urbana
- 210 Inversión requerida en áreas verdes y espacios públicos: una aproximación
- 226 ***Capítulo 6:*** Aeropuertos
- 266 ***Capítulo 7:*** Puertos
- 298 ***Capítulo 8:*** Ferrocarriles
- 322 ***Capítulo 9:*** Logística

Apartado III: Infraestructura de uso social

- 342 ***Capítulo 10:*** Hospitales
- 380 ***Capítulo 11:*** Cárceles
- 416 Estimaciones por concepto de infraestructura judicial: una aproximación
- 428 ***Capítulo 12:*** Educación





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

G&A Consultores
Steer Davies Gleave Consultores
MMV Ingeniería Civil



Equipo de profesionales de la Gerencia de Estudios

Javier Hurtado, Gerente de Estudios CChC
Héctor Acuña, Analista de Estudios
Pablo Easton, Analista de Estudios

Resumen

El informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2022-2031 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, desde su última versión en 2018, se presenta un análisis detallado, sistemático y trazable de los requerimientos de inversión para el próximo decenio en doce 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 (hospitales, cárceles y educación).

El desafío de gestionar los **recursos hídricos**, en el período que se analiza en esta edición del Informe ICD, está marcado por la sequía sin precedentes tanto en duración (12 años consecutivos) como en intensidad, asociada al proceso de cambio climático que está sufriendo el planeta. En efecto, Chile ha visto disminuir las precipitaciones en un rango de 60 a 85% respecto de lo que se denomina un año normal, con efectos muy significativos en las diversas cuencas hidrológicas.

Sin embargo, los requerimientos de inversión disminuyeron de US\$ 18.254 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 12.342 millones** para 2022-2031, debido principalmente a que la sequía y falta de agua implicará la reducción de las inversiones programadas hasta ahora para la construcción de grandes sistemas de almacenamiento de agua, y la necesidad de realizar un esfuerzo muy importante en la gestión de uso del recurso, con inversiones específicamente relacionadas con este fin.

En relación a **energía**, 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.

Los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 8.959 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 11.525 millones** para 2022-2031, principalmente por el fuerte ingreso de proyectos ERNC y el aumento de la demanda a nivel de transmisión y distribución en los próximos años. Lo anterior, para asegurar la prestación y continuidad de suministro, constituyéndose en un factor habilitante del proceso de descarbonización de cara al 2050, en beneficio de un sistema eléctrico seguro y resiliente frente a los potenciales efectos del cambio climático.

Con respecto a la infraestructura de **telecomunicaciones**, Chile tiene altos niveles de penetración de internet móvil, casi en línea con el promedio OCDE, aunque aún muy lejos en materia de conectividad fija. Destaca el caso en materia de conexiones vía Fibra Óptica, donde se observa un acortamiento explosivo de la brecha, en particular debido a la gran demanda de conexiones BAF producto de la pandemia.

Los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 24.838 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 27.809 millones** para 2022-2031 principalmente por la entrada e implementación de nuevas tecnologías en el segmento móvil (5G) y el fuerte dinamismo que ha venido mostrando la penetración vía fibra óptica.

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, replicó la metodología del ICD anterior, analizando detalladamente 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 30¹ para proyectar la demanda, se hace factible anticipar con holgura adecuada, la fecha en la que se necesitará capacidad adicional.

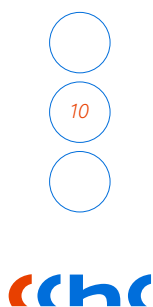
Los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 20.343 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 28.013 millones** para 2022-2031, aumento impulsado principalmente por el incremento en los requerimientos de inversión asociados a concesiones en agenda o en licitación, debido a que en el ICD anterior no se incorporaban las inversiones de las segundas licitaciones de concesiones existentes, salvo por los aumentos de capacidad que pudiesen haber requerido.

La Crisis Climática, el aumento de la congestión en las ciudades y el creciente malestar social, demandan el desarrollo de ciudades sostenibles, armónicas y cohesionadas. Para esto, se requiere que las políticas públicas y las obras de infraestructura fomenten viajes eficientes, asequibles, seguros, saludables y que hagan cada vez más productivas las áreas urbanas. De esta manera, resulta clave determinar las necesidades de inversión en las ciudades, identificadas en este informe bajo el concepto de **vialidad urbana**.

Así, se consideran inversiones en ítems como planes maestros, reposición de veredas y calles para las capitales regionales de Chile. Los requerimientos de inversión disminuyeron de US\$ 60.776 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 54.864 millones** para 2022-2031, principalmente porque en esta versión no se consideraron inversiones en infraestructura faltante en otros ejes congestionados que no se encuentran dentro del Plan de cada ciudad. No obstante, se incorporó al análisis los requerimientos de inversión de Chillán, como capital de la nueva Región de Ñuble. Adicionalmente, se incluyen estimaciones en materia de espacios públicos nuevamente, requerimientos identificados en **US\$ 1.054 millones** durante el decenio.

El impacto del COVID-19 fue innegable en los últimos años para el sector de **aeropuertos**, que luego de 10 años dinámicos de tasas de crecimiento anual de 10% tanto para pasajeros nacionales como internacionales, este provocó un desplome de la demanda en 2020 y 2021, con flujos de pasajeros que cayeron a proporciones de 38% y 49%, respectivamente, respecto de la observada en 2019.

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.



Sin embargo, aún se observa que los aumentos de capacidad en los aeropuertos regionales llegan, en la mayoría de los casos, varios años después de que la capacidad ha sido superada, y una vez ampliados, rápidamente son superados nuevamente. Esto provoca períodos de servicios deficientes a los pasajeros.

Así, los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 1.659 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 2.256 millones** para 2022-2031. Si bien la pandemia del COVID-19 impactó en que las proyecciones de demanda de pasajeros tengan un retraso de varios años para volver a alcanzar niveles del año 2019, se ha modificado la metodología empleada para estimar los pasajeros en hora punta hacia un estándar más exigente, lo que conduce a requerimientos de superficie mayores en los aeropuertos regionales, hasta en un orden de 4 veces superior en algunos de éstos.

Por extensos plazos de ejecución de los proyectos, su relevancia para mejorar la competitividad y productividad del país, y su estrecha relación con la eficiencia logística, es que cobra especial importancia el sector **portuario** en el presente informe. Cambios en el tamaño de las naves, disponibilidad de nuevas tecnologías para manipulación y seguimiento de la carga y disrupciones en cadenas logísticas producto del COVID-19, son factores determinantes que inciden en el sector. A lo anterior se suma el aumento de frecuencia de eventos como marejadas, producto del cambio climático, que afectan la operación del sector.

Los requerimientos de inversión disminuyeron de US\$ 5.242 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 4.224 millones** para 2022-2031. En la zona norte, se observa una menor inversión debido a que algunos proyectos considerados en el ICD 2018-2027 se encuentran finalizados, mientras que otros se aplazaron más allá del período de análisis y están sujetos a la evolución de la demanda de los puertos. Finalmente, resulta prioritario desarrollar en tiempo y forma el Puerto de Gran Escala en San Antonio.

Considerando el desarrollo de los **ferrocarriles**, la red ferroviaria del país ha presentado un crecimiento en la inversión en los últimos años, explicado por nuevos proyectos portuarios que han aumentado las necesidades de traslado de carga y esfuerzos en la implementación de servicios de pasajeros entre ciudades cercanas.

Sin embargo, los requerimientos de inversión disminuyeron de US\$ 4.893 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 4.520 millones** para 2022-2031, debido principalmente a la detención de algunos proyectos como, por ejemplo, el tren Santiago – Valparaíso que representa una inversión de US\$ 1.600 millones. Sin embargo, la caída se ve atenuada por la entrada de nuevos proyectos asociados al plan de impulso al ferrocarril desarrollado por el Gobierno, como el Corredor Ferroviario de Carga Santiago – San Antonio.

Destaca la continuación en esta versión del informe del concepto de **logística** como un sector aparte, enfocado 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 al destino de la misma.

En el país, el sector logístico se divide de acuerdo con los distintos modos involucrados. En particular, transporte en camión, ferroviario, marítimo y aéreo. La planificación del desarrollo del sector logístico del país está a cargo del Programa de Desarrollo Logístico de la Subsecretaría de Transportes que, dentro de otros proyectos, genera insumos para resumir las iniciativas de inversión, conocidos como Planes Maestros Logísticos.

Los requerimientos de inversión disminuyeron levemente de US\$ 1.785 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 1.603 millones** para 2022-2031, pero con varios cambios; en el informe anterior, el 96% del monto total de inversión estimado para el periodo 2018-2027 correspondía a proyectos de corredores bioceánicos y el 4% restante a zonas de apoyo logístico, así, se agregan los proyectos de zonas logísticas en la zona central del país, especialmente, los ligados al Puerto Exterior de San Antonio, y en cuanto a los proyectos de corredores bioceánicos, estos aún se encuentran en etapas muy iniciales y no presentan mayores avances debido, principalmente, a la falta de acuerdo entre los distintos gobiernos de la región, por lo que no han sido considerados en la estimación actual de inversión. Finalmente, en esta edición, la estimación de inversión en proyectos logísticos considera los accesos viales y ferroviarios hacia los puertos.

Los determinantes asociados a las necesidades de inversión en **infraestructura hospitalaria** están impulsados por dos fenómenos: el envejecimiento de la población y la persistencia de su perfil epidemiológico (un aumento de patologías oncológicas).

Los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 10.448 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 11.986 millones** para 2022-2031, debido principalmente a que, con el cambio de administración de gobierno en marzo de 2018, el MINSAL reestructuró la cartera de proyectos y fijó para el período 2018-2022 una cartera modificada de proyectos que recogía la cartera de arrastre del año 2017, una parte de los proyectos priorizados el año 2017 y un set de proyectos nuevos, reimpulsando el sistema de concesiones en el sector.

Dada la realidad económica de país, hace difícil simular escenarios realistas de expansión significativa del gasto público en salud. En este sentido, avanzar con otros proyectos de inversión en la modalidad de Alianza Público-Privada, sería técnicamente una decisión apropiada.

Por su parte, en materia de **infraestructura penitenciaria**, Chile cuenta con 80 establecimientos penitenciarios cerrados, de los cuales 8 son establecimientos concesionados y 72 institucionales. En término de plazas, el subsector concesionario cuenta con 17.548 (42%) y el subsector institucional dispone de 24.214 (58%). En total, el sistema penitenciario cuenta con un total de 41.762 plazas (aumento de un 3,5%). La ocupación promedio es de casi el 94%.

Los requerimientos de inversión aumentaron de US\$ 975 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 1.476 millones** para 2022-2031, lo que se explica principalmente por la creciente brecha de plazas por obsolescencia, dada la antigüedad de la infraestructura penitenciaria del país. Adicionalmente, un diagnóstico preliminar en materia de infraestructura judicial estima un déficit actual de **US\$ 740 millones** a invertir.

En materia de **educación**, la estimación de los requerimientos de infraestructura educacional se basa en las mejoras de estándares mínimos definidos por el Mineduc para aulas y otros espacios educacionales. Cambios normativos de los últimos años, y cuya implementación ya ha comenzado, añaden incertidumbre sobre los efectos que podrían tener en materia de requerimiento de infraestructura educacional como la Ley de Nueva Educación Pública (NEP) y los Servicios Locales de Educación Pública (SLEP).

Los requerimientos de inversión disminuyeron de US\$ 15.693 millones en la versión 2018-2027 a **US\$ 15.105 millones** para 2022-2031, principalmente por una disminución en la estimación de los requerimientos de inversión en Espacios Comunes, en particular explicada por el menor número de establecimientos considerados en el análisis y el avance en la construcción de gimnasios en el periodo 2018-2021.

A nivel agregado, se resumen las necesidades de inversión cuantificadas para el decenio 2022-2031 en la tabla a continuación.

Resumen inversiones ICD: 2018-2027 vs. 2022-2031

Sector	ICD (US\$ millones)			
	2018-2022	2018-2027	2022-2026	2022-2031
Recursos Hídricos	9.127	18.254	5.914	12.342
Energía	6.619	8.959	10.073	11.525
Telecomunicaciones	12.317	24.838	15.185	27.810
Vialidad Interurbana	10.722	20.343	15.334	28.013
Vialidad Urbana	39.348	60.776	24.788	54.863
<i>Espacios públicos</i>	320	640	127	1.054
Aeropuertos	1.177	1.659	1.565	2.256
Puertos	989	5.242	823	4.224
Ferrocarriles	1.309	4.893	3.253	4.520
Logística	624	1.785	1.129	1.603
Salud	4.789	10.448	5.752	11.986
Cárceles	877	975	1.388	1.476
<i>Infraestructura judicial</i>	-	-	370	740
Educación	2.249	15.693	9.965	15.105
Total	90.467	174.505	95.665	177.517

Fuente: CChC.

Si bien las brechas estimadas han aumentado de manera marginal para el próximo decenio, existe mayor presión sobre la materialización de inversiones durante el primer quinquenio respecto al ICD anterior. Por otro lado, 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. De esta se desprende la preponderancia de la inversión de carácter urbano o al servicio directo de las ciudades, correspondiendo a casi 70% de los recursos cuantificados en el informe.

Estimaciones ICD 2022-2031: inversiones urbanas y no urbanas

Sector	Inversión urbana		Inversión no urbana	
	US\$ millones	Participación (%)	US\$ millones	Participación (%)
Recursos Hídricos	4.707	3%	7.635	4%
Energía	1.284	1%	10.241	6%
Telecomunicaciones	27.165	15%	645	0,4%
Vialidad Interurbana	-	-	28.013	16%
Vialidad Urbana	55.917	31%	-	-
Aeropuertos	2.256	1%	-	-
Puertos	4.224	2%	-	-
Ferrocarriles	-	-	4.520	3%
Logística	-	-	1.603	1%
Salud	11.986	7%	-	-
Cárceles	740	0,4%	1.476	1%
Educación	15.105	9%	-	-
Total	123.384	70%	54.133	30%

Fuente: CChC.

Finalmente, al realizar la apertura según fuente de financiamiento u origen de la inversión, se observa que 60% de esta provendría de recursos de carácter privado o de empresas autónomas del Estado. Lo anterior ilustra la importancia del concepto de Alianzas Público Privadas (APP) en sus distintas formas para efectos de lograr suplir la brecha en el horizonte de tiempo bajo análisis, adicionalmente a aportar a descomprimir las finanzas públicas, cada vez más propensas a la asignación de recursos destinados a la materialización de derechos sociales. De hecho, al considerar financiar vía recursos públicos el esfuerzo a ejecutar con APP, se generarían déficits anuales que corresponderían a 37% de las inversiones acumuladas hacia el fin del decenio. Para evitar esto, se debería elevar en 1,6% de PIB la inversión en infraestructura en el período, actualmente cercana al 3% del PIB.

ICD 2022-2031: Resumen por fuente de financiamiento

Sector	Inversión	Participación (%)
	US\$ millones 2022-2031	
Público	71.359	40%
Recursos Hídricos ¹	5.484	3%
Vialidad Interurbana ²	13.227	7%
Aeropuertos ³	677	0,4%
Vialidad Urbana	36.558	21%
Educación	6.948	4%
Hospitales	8.465	5%
Mixto	48.417	27%
Recursos Hídricos	4.790	3%
Vialidad interurbana	14.786	8%
Vialidad urbana	13.368	8%
Aeropuertos	1.579	1%
Educación	8.157	5%
Hospitales	3.521	2%
Cárceles	2.216	1%
Privado y Empresas Autónomas del Estado	57.741	33%
Sanitarias	2.068	1%
Energía	11.525	6%
Telecomunicaciones	27.810	16%
Ferrocarriles	4.520	3%
Puertos	4.224	2%
Logística	1.603	1%
Metro	5.991	3%

(1) Corresponde a inversión en disponibilidad de agua, saneamiento y agua potable rural y protección y control aluvional y subsidios CNR para riego tecnificado.

(2) Considera rutas no concesionadas e inversión en puentes.

(3) Corresponde a inversiones asociadas a recursos del Estado (DAP).

Fuente: CChC.





Introducción

Escenario Futuro

Escenario futuro y ejes estratégicos para Chile al 2031

Existe un consenso global respecto de la necesidad de incrementar la inversión pública y privada en infraestructura para alcanzar las metas de bienestar social y crecimiento sostenible de los países, independiente de su nivel de desarrollo¹. Este análisis también indica que si bien existen variadas oportunidades para invertir en proyectos de infraestructura que tengan impacto en el crecimiento, la realidad de cada país es significativamente diferente y, por tanto, es importante establecer metas estratégicas acordes al perfil de desarrollo que se proyecta hacia el futuro.

Desde el punto de vista teórico, aumentos en la inversión en infraestructura pública tienen estricta relación con el impacto dual que esta genera en la economía: en el corto plazo, potencia la demanda agregada a través del efecto multiplicador fiscal –de manera similar a otros tipos de gasto público– y, en horizontes temporales más extensos, fomentando la inversión privada dada la complementariedad existente entre esta y los servicios asociados a la provisión de infraestructura, además de aumentos en materia de productividad.

Debido a ello, este informe fue desarrollado bajo dos premisas fundamentales:

- La importancia de identificar las necesidades de infraestructura que permitan alcanzar un mayor crecimiento económico a través de una mayor productividad, en tres niveles estratégicos: basal, uso productivo y social. Los temas considerados en cada apartado reconocen aquellas áreas deficitarias o claves para destrabar los frenos que limitan la eficiencia en la actividad productiva.
- Contar con una mirada de futuro que permita identificar tanto la trayectoria como la cuantificación de las inversiones requeridas en el decenio, de forma tal que se logre incrementar el crecimiento potencial de la economía. Para ello, se elaboró un escenario futuro a través de indicadores y estándares objetivos y trazables en el tiempo, con el fin de establecer una visión de desarrollo que permita guiar las inversiones sectoriales a través de planes estratégicos que sean viables en el decenio.

¹ Fostering Investment in Infrastructure (OCDE, 2015), Construction 2025 (HM Government, 2013), Transformation through Infrastructure (World Bank, 2011).

Los ejes estratégicos para la inversión en infraestructura

Con el objetivo de reconocer la importancia de contar con una visión estratégica sobre las necesidades del país en términos de infraestructura, en esta versión del Informe nuevamente se consideró una estructura que reconoce las necesidades de inversión en los tres niveles mencionados con anterioridad, bajo la siguiente apertura:

- Infraestructura que nos sostiene o basal: Recursos hídricos, energía y telecomunicaciones.
- Infraestructura que nos conecta o de apoyo logístico: Vialidad interurbana, vialidad urbana, aeropuertos, puertos y ferrocarriles.
- Infraestructura que nos involucra o de uso social: Infraestructura educacional, hospitalaria, penitenciaria y judicial.

Este esquema busca reconocer que en el Chile actual existen necesidades múltiples y transversales a la sociedad, entendiendo que no solo son aspectos actualmente deficitarios en Chile, sino que también son aquellos que presentan la mayor posibilidad de generar ganancias de eficiencia en la actividad económica. A su vez, las ganancias en crecimiento del producto asociadas a este tipo de inversiones son al corto y al largo plazo, siempre y cuando existan necesidades claramente definidas y procesos de gestión de inversión pública eficiente².

² Is it time for an infrastructure push? The macroeconomic effects of public investment, FMI 2014.



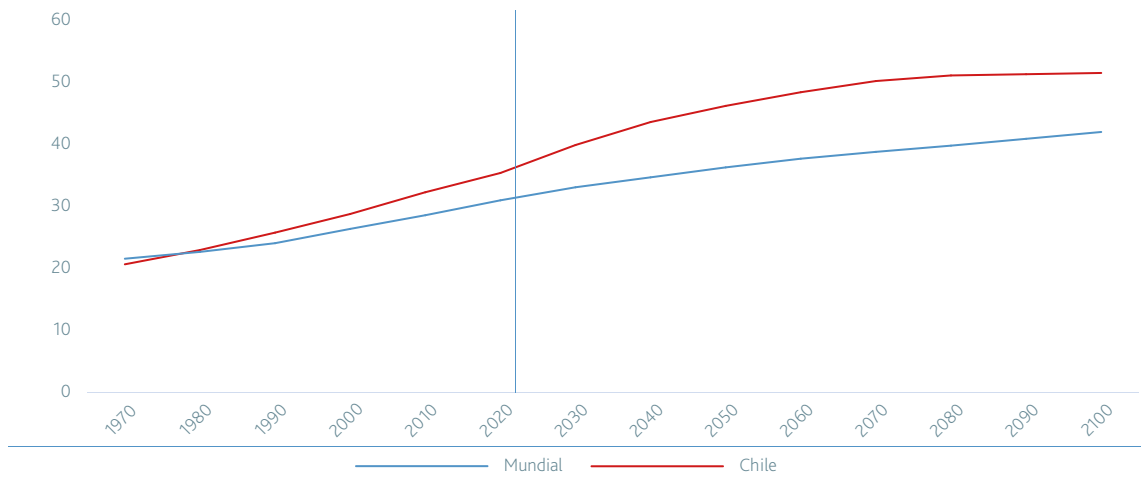
Escenario futuro y tendencias al 2031

Respecto al desarrollo de mediano plazo para Chile y el mundo, se reconocen cuatro tendencias que moldearán las sociedades del futuro³ y que tienen una alta probabilidad de afectar las decisiones de planificación estratégica para efectos de la provisión de servicios de infraestructura de cara al próximo decenio:

1. Envejecimiento de la población

Esta primera tendencia ya se observa en nuestro país. Una de sus principales implicancias es un aumento de los requerimientos de infraestructura hospitalaria y de salud en general, además de dotar a nuestras ciudades de mayor accesibilidad para la tercera y cuarta edad.

Gráfico 1: Evolución edad mediana

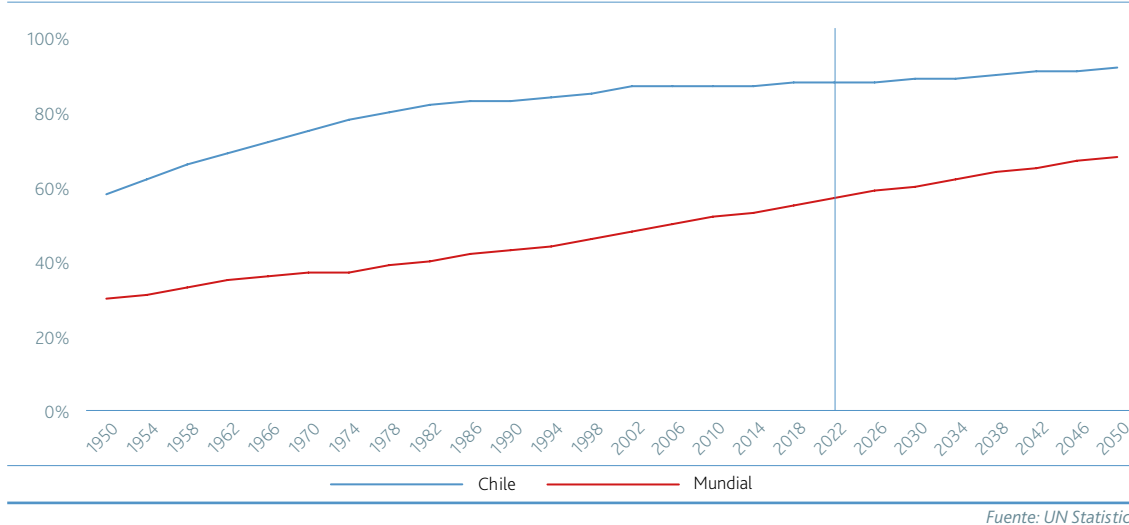


Fuente: UN Statistics.

³ Fuente: Visual capitalist.
Disponible: <https://www.visualcapitalist.com/5-undeniable-long-term-trends-shaping-societys-future/>

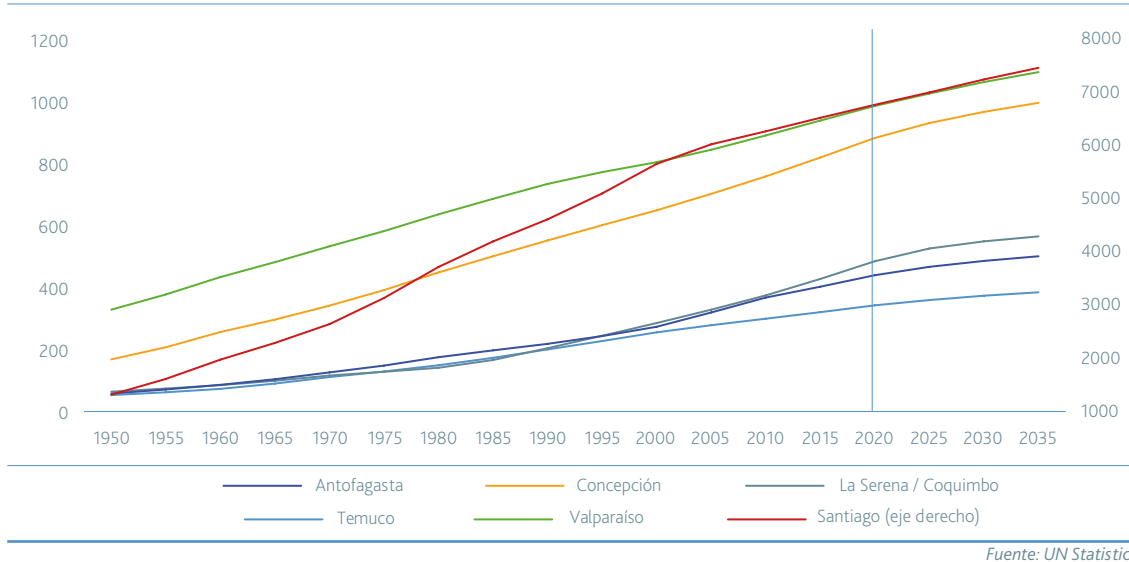
2. Población urbana creciente

Gráfico 2: Evolución población urbana sobre el total (%)



Esta segunda tendencia se refleja también en las principales ciudades de Chile:

Gráfico 3: Población de aglomeraciones urbanas de 300.000 habitantes o más (miles de personas)



Lo anterior implica el crecimiento físico y demográfico de las ciudades, lo que conlleva un aumento de los requerimientos de infraestructura urbana de sus habitantes.

3. El crecimiento de la clase media

A continuación, se presenta el evolutivo de los últimos 60 años de la distribución de ingreso segmentado en los 4 niveles según la clasificación del banco mundial:

Figura 1: Comparativo por años de la distribución del ingreso en Chile



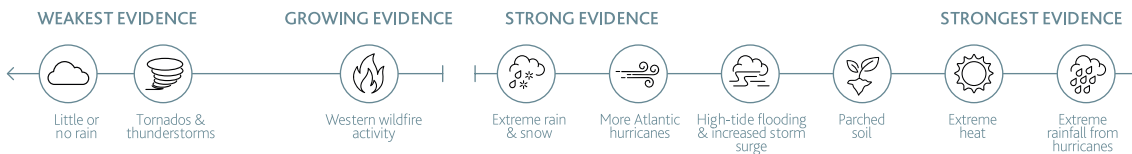
Línea negra entre los colores amarillo y verde muestra la evolución para Chile. Se observa claramente un desplazamiento hacia la derecha de la distribución de ingresos, disminuyendo la cantidad de personas viviendo en situación de pobreza y aumentando la clase media. Fuente: <https://www.gapminder.org/jw/income-mountains/>

Este cambio, además de otros efectos, implica un aumento en los estándares y en la capacidad de consumo de las personas, las que, usando la tecnología disponible, son capaces de generar patrones de consumo específicos a sus preferencias, promoviendo el desarrollo de la descentralización y atomización de los polos productivos mundiales. Lo anterior, en el contexto de un mundo comercialmente integrado, implica grandes movimientos de bienes, en plazos cortos y a bajo costo, lo que requiere un importante desarrollo de logística urbana.

4. Presiones ambientales

No hay dudas de que actualmente el mundo está siendo afectado por el cambio climático, y nuestro país no es la excepción. De hecho, Chile es uno de los países altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos como las cordilleras de la Costa y de los Andes. A lo anterior, se le suma la fuerte dependencia que tienen las principales actividades socioeconómicas del país al clima, principalmente de la disponibilidad hídrica. Por lo anterior, requiere contar con infraestructura resiliente que permita garantizar la oferta hídrica, además de contar con redes de respaldo, vías redundantes y de soporte para enfrentar las continuas interrupciones de caminos y rutas.

Figura 2: Conexión entre el cambio climático y eventos climáticos extremos



Fuente: UCS

La infraestructura planificada y estratégica será clave para Chile bajo este escenario por dos razones: primero, porque inevitablemente es necesario avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y eficiente en el uso de recursos; y, segundo, porque en la medida que ello se logre, es posible que las inversiones puedan pre-diseñarse a fin de rentabilizar su uso de manera más eficiente y por más tiempo respecto de las soluciones actuales.

Escenario futuro – efectos de pandemia COVID-19

Cómo la crisis del COVID-19 y la recuperación están dando forma a la futura economía global⁴

No hay dudas de que la pandemia de COVID-19 ha cambiado el mundo. Bajo este contexto, las personas y las empresas han pasado gran parte del último año y medio intentando adaptarse a estas circunstancias extraordinarias.

Mientras 2021 fue un año de transición, expertos sostienen que la próxima normalidad será diferente. Es decir, no volveremos precisamente a las condiciones que prevalecieron en 2019, sino que algunos de los cambios acontecidos y sus efectos perdurarán en el tiempo. A continuación, se identifican algunas de las tendencias que darán forma a la próxima normalidad:

El retorno de la confianza desata un repunte del consumo

A medida que se recupere la confianza del consumidor, también lo hará el gasto, con las “compras de venganza” arrasando en los sectores a medida que se desata la demanda reprimida. Esa ha sido la experiencia de todas las recesiones económicas anteriores. Sin embargo, una diferencia es que los servicios se han visto particularmente afectados esta vez. Por lo tanto, el rebote probablemente enfatizará esos negocios, particularmente los que tienen un elemento social, como restaurantes y lugares de entretenimiento.

Los viajes de placer se recuperan, PERO los viajes de negocios no llegarían a los niveles pre pandemia

En línea con lo anterior, las personas que viajan por placer querrán volver a hacerlo. Por definición, los viajes de placer son discretivos. Los viajes de negocios lo son menos. Durante y después de la pandemia, hay una pregunta sobre los viajes de negocios: ¿exactamente cuándo son necesarios? Es casi seguro que la respuesta no sea “tanto como antes”. Las videollamadas y las herramientas de colaboración que permiten el trabajo remoto, por ejemplo, podrían reemplazar algunas reuniones y conferencias en el sitio.

El contexto más amplio también es

informativo. La historia muestra que, después de una recesión, los viajes de negocios tardan más en recuperarse que los viajes de placer. Después de la crisis financiera de 2008-2009, por ejemplo, los viajes de negocios internacionales tardaron cinco años en recuperarse, en comparación con dos años para los viajes de placer internacionales.

En resumen, el uso efectivo de la tecnología durante la pandemia, y las limitaciones económicas que enfrentarán muchas empresas durante años, podrían augurar el comienzo de un cambio estructural a largo plazo en los viajes de negocios. Este fenómeno implicaría cambios estructurales en los requerimientos de infraestructura, particularmente en telecomunicaciones e infraestructura aeroportuaria.

La crisis desató una ola de innovación e impulsó una generación de emprendedores

Durante la crisis de COVID-19, un área que ha experimentado un enorme crecimiento es la digitalización, es decir, desde el servicio al cliente en línea hasta el trabajo remoto, la reinención de la cadena de suministro, el uso de inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático para mejorar las operaciones.

A su vez, la disrupción creó espacio para los emprendedores, y eso es lo que está sucediendo en los Estados Unidos, en particular, pero también en otras economías importantes, dependiendo de si la estrategia de los gobiernos tendió a enfatizar la protección del empleo, o de los ingresos (como en Estados Unidos).

Las ganancias de productividad habilitadas digitalmente aceleran la Cuarta Revolución Industrial

No hay vuelta atrás. La gran aceleración se va a sostener en el uso de la tecnología, la digitalización y las nuevas formas de trabajo. Muchos ejecutivos informaron que se movieron de 20 a 25 veces más rápido de lo que creían posible en áreas como crear redundancias en la cadena de suministro, mejorar la seguridad de los datos y aumentar el uso de tecnologías avanzadas en las operaciones.

No se sabrá cómo todo eso contribuye a la productividad a largo plazo hasta que se evalúen los datos de varios trimestres más. Pero vale la pena señalar que la productividad de EE. UU. en el tercer trimestre de 2020 aumentó un 4,6%, luego de un aumento del 10,6% en el segundo trimestre de ese año, que es la mayor mejora de seis meses desde 1965. La productividad es solo un número, aunque importante; la sorprendente cifra de Estados Unidos en el segundo trimestre se basó en gran parte en las mayores caídas en la producción y las horas observadas desde 1947.

La crisis de COVID-19 ha creado un imperativo para que las empresas reconfiguren sus operaciones y una oportunidad para transformarlas. En la medida en que lo hagan, seguirá una mayor productividad. Todo lo anterior implica nuevos y mayores requerimientos de infraestructura, sobre todo en materia de telecomunicaciones y soporte de nuevas tecnologías.

Cómo las empresas y los negocios se están adaptando a los cambios provocados por la crisis del COVID-19

Los cambios en el comportamiento de compra inducidos por la pandemia han modificado para siempre las empresas de consumo, exhibiendo un importante aumento de la penetración del comercio electrónico. Esto conlleva nuevos desafíos, como la notoria falta de lealtad a la marca entre los compradores en línea. De esta forma, la venta directa al consumidor requiere el desarrollo de nuevas habilidades, capacidades y modelos comerciales y de precios. Pero la tendencia es clara. Muchos consumidores se están moviendo en línea, y para llegar a ellos, las empresas también tienen que ir allí.

Reequilibrio y cambio de las cadenas de suministro

Hoy en día, se requiere una gestión de riesgos más sofisticada. La pandemia de COVID-19 reveló vulnerabilidades en las largas y complejas cadenas de suministro de muchas empresas. Cuando un solo país o incluso una sola fábrica se apagó, la falta de componentes críticos detuvo la producción. Nunca más, prometieron los ejecutivos.

⁴ Fuente: McKinsey & Company.

Disponible: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/leadership/the-next-normal-arrives-trends-that-will-define-2021-and-beyond#>

A su vez, hubo hallazgos interesantes. En primer lugar, las diferencias de costos entre los países desarrollados y muchos países en desarrollo se están reduciendo. En la fabricación, las empresas que adoptan los principios de la Industria 4.0 (es decir, la aplicación de datos, análisis, interacción hombre-máquina, robótica avanzada e impresión 3-D) pueden compensar la mitad de la diferencia de costo laboral entre China y Estados Unidos. La brecha se reduce aún más cuando se tiene en cuenta el costo de la rigidez: la optimización de extremo a extremo es más importante que la suma de los costos de transacción individuales.

En segundo lugar, la mayoría de las empresas no entienden a cabalidad lo que está sucediendo más abajo en sus cadenas de suministro. Ahí es también donde se originan la mayoría de las interrupciones, pero dos tercios de las empresas dicen que no pueden confirmar los acuerdos de continuidad del negocio con algunos de sus proveedores. Con el desarrollo de la inteligencia artificial y el análisis de datos, las empresas pueden obtener más información, auditar y conectarse con todas sus cadenas de valor.

Ninguna de esas cosas significa que las multinacionales vayan a enviar la totalidad o la mayor parte de su producción a sus mercados nacionales. Hay buenas razones para aprovechar la experiencia regional y estar en el lugar adecuado para servir a los mercados de consumo de rápido crecimiento. Pero las preguntas sobre seguridad y resiliencia significan que es probable que esas empresas sean más reflexivas sobre los casos comerciales para tales decisiones.

El trabajo del futuro llega antes de lo previsto

Antes de la crisis del COVID-19, la idea del trabajo remoto estaba en el aire, pero no avanzaba muy lejos ni con rapidez. Pero la pandemia cambió eso, con decenas de millones de personas pasando a trabajar desde casa, esencialmente de la noche a la mañana, en una amplia gama de industrias.

El McKinsey Global Institute (MGI) estima que más del 20% de la fuerza laboral global (la mayoría de ellos en trabajos altamente calificados en sectores como finanzas, seguros y TI) podrá trabajar la mayor parte de su tiempo fuera de la oficina, y ser igual de eficaz. No todos los que pueden, lo harán; aun

así, se trata de un cambio que se produce una vez en varias generaciones. Está sucediendo no solo por la crisis de COVID-19, sino también porque los avances en la automatización y la digitalización lo hicieron posible; el uso de esas tecnologías se ha acelerado durante la pandemia.

Hay dos desafíos importantes relacionados con la transición para trabajar fuera de la oficina. Una es decidir el papel de la oficina en sí, que es el centro tradicional de creación de cultura y sentido de pertenencia. Las empresas tendrán que tomar decisiones en todo, desde bienes raíces (¿necesitamos este edificio, oficina o piso?), el diseño del lugar de trabajo (¿cuánto espacio entre escritorios?), hasta la capacitación y el desarrollo profesional (¿existe tal cosa? ¿como mentoría remota?). Regresar a la oficina no debería ser simplemente una cuestión de abrir las puertas. En cambio, debe ser parte de una reconsideración sistemática de lo que aporta exactamente la oficina a la organización.

Relacionado a lo anterior, ante este nuevo escenario, también las personas deben repensar dónde desean vivir y cómo son los espacios que desean habitar, lo que posiblemente impactará en el precio relativo de las propiedades residenciales según localización e implicará nuevos y mayores requerimientos de infraestructura en las áreas periféricas de las zonas urbanas.

El otro desafío tiene que ver con la adaptación de la fuerza laboral a los requisitos de automatización, digitalización y otras tecnologías. Este no es solo el caso de sectores como la banca y las telecomunicaciones; sino que, es un desafío en todos los ámbitos, incluso en sectores no asociados con el trabajo remoto. Por ejemplo, los principales minoristas están automatizando cada vez más el pago. Si los vendedores quieren conservar sus puestos de trabajo, deberán aprender nuevas habilidades. En 2018, el Foro Económico Mundial estimó que más de la mitad de los empleados necesitarían una capacitación o actualización significativa para 2022⁵.

Cómo la crisis del COVID-19 podría cambiar la sociedad y los gobiernos

La pandemia nos hizo ver la relevancia de la infraestructura hospitalaria y la necesidad de su robustecimiento y modernización

Con demasiada frecuencia, las inversiones en prevención y capacidades de salud pública son infravaloradas; la experiencia de COVID-19 demuestra cuán costoso, tanto en vidas como en medios de subsistencia, puede ser ese pensamiento. Una actualización de la infraestructura de salud pública y la modernización de los sistemas de salud, incluido el uso más amplio de la telemedicina y la salud virtual, son dos áreas a abordar.

Recuperación con tintes verdes

En todo el mundo, los costos de la contaminación y los beneficios de la sostenibilidad ambiental son cada vez más reconocidos. Para hacer frente a la crisis financiera de 2008-09, hubo importantes programas gubernamentales de estímulo, pero pocos de ellos incorporaron acciones climáticas o ambientales. Esta vez es diferente. Muchos países están utilizando sus planes de recuperación para impulsar las prioridades de política ambiental existentes:

- La Unión Europea planea dedicar alrededor del 30% de su plan de crisis COVID-19 a medidas relacionadas con el cambio climático, incluida la emisión de al menos US\$ 240 mil millones en “bonos verdes”.
- En septiembre de 2020, China se comprometió a reducir sus emisiones netas de carbono a cero para 2060.
- Japón se ha comprometido a ser neutral en carbono para 2050.
- El Green New Deal de Corea del Sur, parte de su plan de recuperación económica, invierte en infraestructura y tecnología más ecológicas, con el objetivo declarado de cero emisiones netas para 2050.
- Durante la campaña, el presidente electo de Estados Unidos, Joe Biden, se comprometió a invertir 2 billones de dólares en energía limpia relacionada con el transporte, la energía y la construcción.

⁵ Relacionado a lo anterior, la evidencia muestra que capacitar al personal actual, en lugar de dejarlos ir y luego encontrar nuevas personas, generalmente es menos costoso y trae más beneficios. Invertir en los empleados también puede fomentar la lealtad, la satisfacción del cliente y la percepción positiva de la marca.

- Canadá está vinculando la recuperación con los objetivos climáticos.
- Nigeria planea eliminar gradualmente los subsidios a los combustibles fósiles e instalar sistemas de energía solar para aproximadamente 25 millones de personas.
- Colombia está plantando 180 millones de árboles.

El imperativo de las empresas está claro en dos frentes. Primero, las empresas deben responder a las preocupaciones de sostenibilidad de los inversores. Es posible, aunque especulativo, que la crisis de COVID-19 presagie cómo podría ser una crisis climática: sistémica, de rápido movimiento, de amplio alcance y global. Por lo tanto, existe un caso para que las empresas tomen medidas para limitar sus riesgos climáticos, por ejemplo, haciendo que sus inversiones de capital sean más resilientes al clima o diversificando sus cadenas de suministro.

Las oportunidades de crecimiento verde abundan en sectores masivos como la energía, la movilidad y la agricultura. Así como las empresas de eco-

nomía digital han impulsado los rendimientos del mercado de valores en las últimas dos décadas, las empresas de tecnología verde podrían desempeñar ese papel en las próximas décadas.

Los gobiernos y el aumento de la deuda

La escala de la respuesta fiscal a la crisis del COVID-19 no tuvo precedentes y fue tres veces mayor que la observada durante la crisis financiera de 2008-09. Solo en el G-20, los paquetes fiscales se estiman en más de US\$ 10 billones⁶. Pocos cuestionan los casos humanitarios y económicos de una acción energética. Pero incluso en una era de tipos de interés bajos, el ajuste de cuentas podría ser complejo.

A medida que la pandemia retroceda, los gobiernos tendrán que descubrir cómo abordar sus dificultades fiscales. Aunque las tasas de interés son generalmente bajas, eso podría significar aumentar los impuestos o recortar el gasto, o ambos. Si lo hace, podría correr el riesgo de ralentizar la recuperación y estimular una reacción política. Pero los altos niveles de deuda pública conlle-

van sus propios costos, desplazando la deuda privada y limitando los recursos disponibles para los gobiernos mientras pagan su deuda.

Si bien las medidas provisionales, como mejorar las operaciones gubernamentales, monetizar activos y reducir las fugas fiscales, pueden ser útiles, la respuesta a largo plazo es el crecimiento y la productividad. La promoción del crecimiento requerirá una regulación de apoyo, una fuerza laboral bien capacitada y la difusión continua de tecnologías. Sobre todo, requerirá que las personas, las empresas y los gobiernos estén dispuestos a aceptar el cambio.

Pagar la deuda no es nada emocionante. Pero para la estabilidad económica, y para ser justos con las generaciones futuras, es necesario tomarlo en serio y no posponerlo. En ese sentido, el sistema de concesiones en la construcción de infraestructura, surge como una potencial solución para posibilitar y/o acelerar la cobertura de los requerimientos actuales.



⁶ 1 billón = 1.000.000 millones = 1 us trillion

⁷ ¿Cómo repercutiría en todo el mundo una invasión rusa a Ucrania? Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2022/01/29/como-la-invasion-rusa-a-ucrania-repercutiria-en-todo-el-mundo-trax/>. Para un mayor análisis, ver: ¿Qué pasaría en la economía global si Rusia invade Ucrania? Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2022/02/23/espanol/rusia-ucrania-economia.html>



Potenciales impactos de guerra entre Rusia y Ucrania

La interrupción en las cadenas de suministros vivida durante la crisis sanitaria producida por la propagación del COVID-19, se vería aún más intensificada debido al conflicto bélico que se está desarrollando entre Rusia y Ucrania y amenaza con expandirse a Europa.

A lo anterior, se suma que la interrupción de la producción agrícola de Ucrania podría tener un impacto directo en el suministro global de alimentos. El país es uno de los cuatro principales exportadores de cereales del mundo y, junto a Rusia, representan casi una cuarta parte del total de las exportaciones mundiales, por lo



que un impacto directo en su producción podría afectar el suministro de ciertos productos alimenticios a nivel global.

Pero más preocupante es el potencial impacto en los suministros de energía y las consecuencias de las duras sanciones occidentales sobre Rusia. Rusia es el segundo mayor exportador de petróleo y el mayor exportador de gas natural del mundo, y provee alrededor del 30% del gas natural de la Unión Europea, por lo que los suministros del país juegan un papel vital en la generación de energía y la calefacción doméstica en Europa central y oriental. Así, las sanciones económicas podrían significar un reordenamiento del mercado energético global, teniendo como un segundo

efecto, que varias de las economías del mundo se verían obligadas a retrasar sus planes descarbonización, producto de la falta o el aumento de costo del gas. Por lo anterior, la interrupción del suministro desde Rusia a Europa podría desencadenar aumentos de precio de la energía y por lo tanto, profundizar la crisis del costo de vida en varios países, aumentando los temores inflacionistas, las probabilidades de crisis fiscales y descontento social.

Si bien predomina la incertidumbre en torno a la magnitud de estos efectos, lo cierto es que serán mayores en el caso de que el conflicto se extienda en el tiempo y/o escale en relación a los países involucrados en el conflicto.



Escenario futuro - indicadores y selección de países benchmark

Visión 2032: Con quién nos comparamos y el innegable impacto de la pandemia

Una vez definida la estructura y la visión a futuro a considerar como lineamientos del presente documento, se consideró clave definir indicadores trazables y una meta de desarrollo del país hacia el próximo decenio. La Visión 2032 requiere entonces elementos de comparación para hacerla tangible a través de indicadores y condiciones que configuran el estado esperado futuro. Para esto, se realizó la siguiente secuencia de acciones:

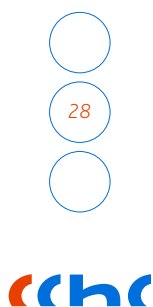
- Proyección del PIB nacional hasta el año 2032. En este caso se trabajó con las estimaciones que actualizó el Fondo Monetario Internacional (FMI), que cubren hasta el año 2026.
- Estimación del PIB per cápita hasta el año 2032. En este caso se utilizó el valor provisto por el FMI, expresado en moneda corriente y sobre la base de paridad de compra (PPP) hasta el año 2026, que es el período publicado por el FMI. En adelante se asumió que existe una relación que se mantiene en el tiempo entre la variación del PIB y la variación del PIB per cápita. Usando esta relación y el valor proyectado de la variación del PIB, fue posible estimar el PIB per cápita proyectado en una base consistente con la serie previa.

Tabla 1: Proyección PIB per cápita (USD)

Año	Chile (pre COVID)	Chile (post COVID)	España	Italia	Nueva Zelanda	Grecia	Portugal
2018	25.700	24.744	41.389	43.228	42.618	29.775	34.902
2019	26.317	24.969	42.609	44.218	43.689	30.917	36.400
2020	27.150	23.366	38.392	40.861	42.018	28.748	34.043
2021	28.286	24.928	41.546	43.376	44.226	30.495	36.079
2022	29.569	26.195	44.293	45.995	46.167	32.877	38.746
2023	30.938	27.246	46.368	47.802	47.749	34.550	40.705
2024	32.364	28.252	48.304	49.273	49.225	35.957	42.618
2025	33.432	29.248	49.759	50.683	50.635	37.352	44.350
2026	34.535	30.279	51.231	52.075	52.055	38.728	46.067
2027	35.675	30.867					
2028	36.852	31.467					
2029	38.068	32.079					
2030	39.325	32.702					
2031	40.622	33.337					
2032	41.963	33.985					

Fuente: FMI, Dipres.

Anteriormente, el desfase en términos de producto per cápita era de aproximadamente 10 años respecto a países como España, Italia o Nueva Zelanda, que son una muestra de aquellos que han logrado mayores niveles de desarrollo en las últimas décadas. Entre otros efectos, la propagación de la pandemia COVID-19, y las consecuentes medidas de contención impuestas por los gobiernos, afectaron negativamente las proyecciones de crecimiento de las economías del mundo, y Chile no fue la excepción. De pasar a tener niveles de PIB per cápita en diez años cercanos a los niveles actuales de España, Italia o Nueva Zelanda, pasamos a aspirar a llegar a niveles coincidentes con los estándares actuales de Grecia o Portugal. De mantenerse la tendencia natural de crecimiento, será difícil cerrar la brecha en un plazo de 10 años, por cuanto es evidente la necesidad de re-activar la inversión en infraestructura, rompiendo las tendencias históricas y así mejorar la productividad en el mediano plazo.



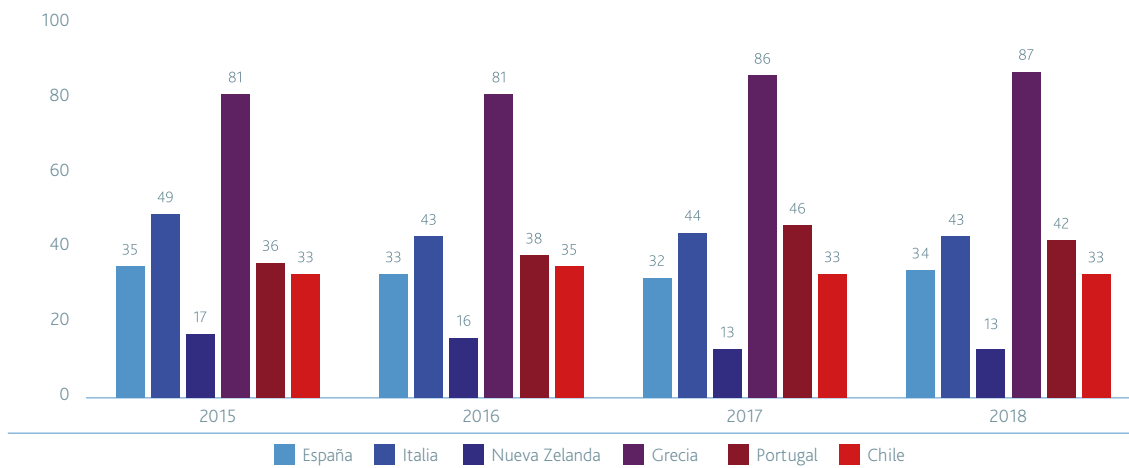
Visión hacia el futuro:

Qué implica esto en términos de competitividad e infraestructura

Respecto a la capacidad de capturar inversiones y mejorar la competencia país, el Índice de Competitividad Global (ICG)⁸, elaborado por el Foro Económico Mundial, es un elemento clave de comparación. El ICG se compone de 12 pilares que reflejan diferentes aspectos determinantes de la competitividad, tanto de infraestructura como de gestión y solidez de las instituciones para 144 países.

Uno de esos pilares corresponde a infraestructura y, se desgrega, a su vez, en el desempeño de las redes viales, puertos y aeropuertos, cubriendo así, de manera parcial, las áreas de interés de este informe. El siguiente gráfico muestra la posición relativa de Chile respecto a los países seleccionados para la comparación, en términos de su posición en el ranking de competitividad.

Gráfico 4: Índice de Competitividad Global - Posición



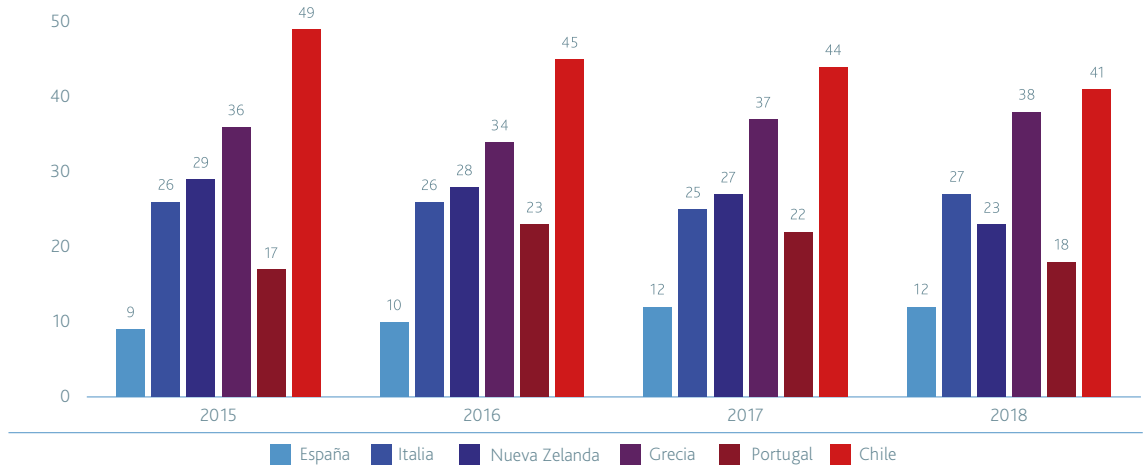
Fuente: WEF.

La evolución de los países es diversa. Mientras Nueva Zelanda e Italia lograron avanzar entre 2015 y 2018, Chile y España se mantuvieron más bien estables, y Portugal y Grecia retrocedieron en el periodo mencionado. Esto confirma que el nivel de ingreso del país no necesariamente refleja su condición competitiva.

En cuanto a Chile, la posición 33 en el ranking no permite detectar a simple vista deficiencias clave para nuestro desarrollo. Cuando se observa la posición relativa por ámbito, la infraestructura no surge como una contribución, puesto que, en este índice en particular, se sitúa 8 lugares por debajo del índice general.

⁸ GCI: Global Competitiveness Index. World Economic Forum. 2018.

Gráfico 5: Índice de Competitividad Global – Pilar infraestructura-Posición



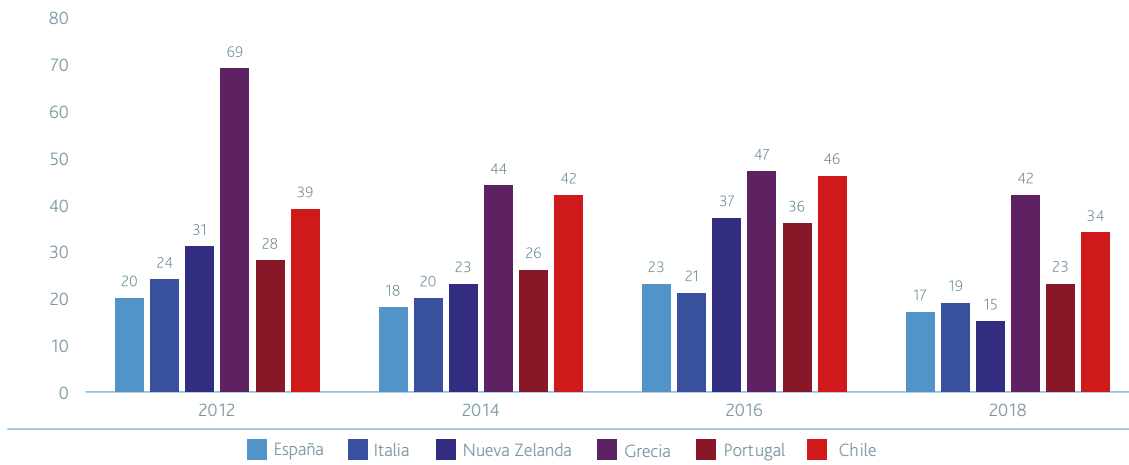
Fuente: WEF.

Sin embargo, dos cosas resultan particularmente relevantes: la primera es que Chile ha avanzado desde el lugar 49 al 41 entre los años 2015 y 2018 en el componente de infraestructura del índice de competitividad. La segunda, es que, con la excepción de Nueva Zelanda, los países de referencia han retrocedido posiciones, de manera que, para este periodo en particular, la brecha basada solo en la diferencia de PIB per cápita para un año de comparación, estaría sobreestimando la diferencia que cambia en el tiempo. Aun así, si bien la realidad de los países es dispersa a nivel agregado, en la evaluación del pilar infraestructura –de interés de cara a este informe- existe una consistencia respecto a la posición rezagada de Chile respecto a los países benchmark pre covid (España, Italia y Nueva Zelanda) y post covid (Portugal, Grecia)⁹.

A su vez, la crisis social-política de 2019 y la incertidumbre política que estará presente en nuestro país mientras dure el proceso constituyente, podría profundizar este rezago. Así, el desafío no cubre solo el cierre de brecha con los países comparables según el PIB per cápita proyectado; también se requiere subir niveles en la evaluación, aumentando la magnitud del esfuerzo requerido.

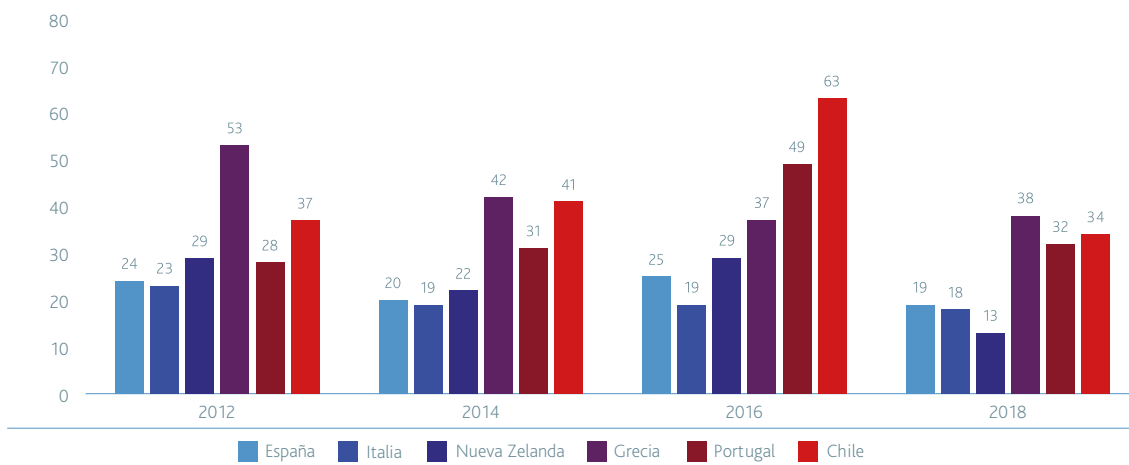
⁹ En el caso del Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial, también se observa una posición rezagada de Chile respecto a los países benchmark pre covid. Sin embargo, se observa una posición más bien similar a la de los países benchmark post covid. Gráficos se muestran al final de la sección.

Gráfico 6: Índice de Desempeño Logístico-Posición



Fuente: Banco Mundial.

Gráfico 7: Índice de Desempeño Logístico – Pilar infraestructura-Posición



Fuente: Banco Mundial.

“ Inestabilidad política golpea a la minería y Chile cae en ranking mundial

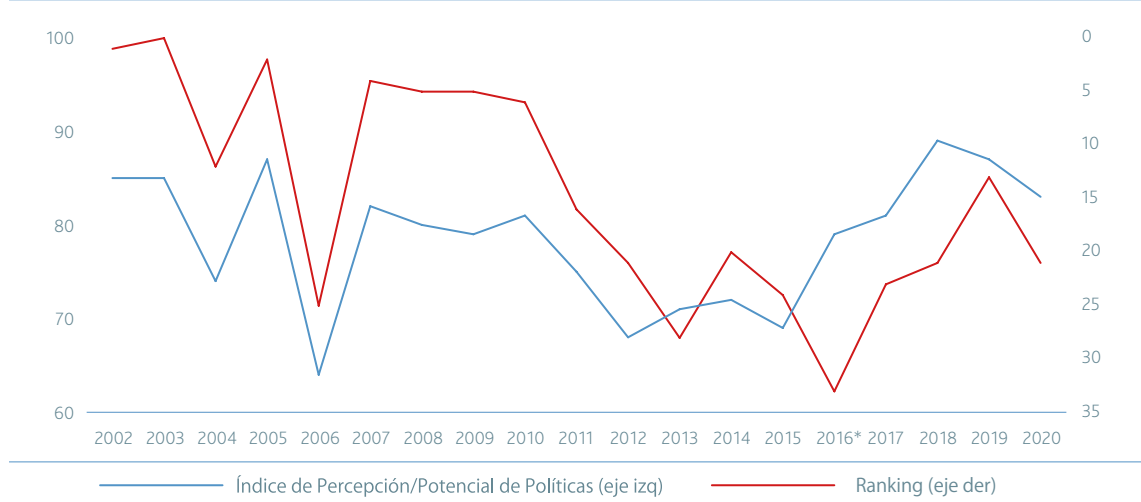
Debido a la relevancia del sector para el país y la importante inversión en construcción que exhibe año a año, es interesante mirar lo que está pasando con el sector minero. Un importante retroceso fue el que tuvo Chile en la úl-

tima versión del ranking de jurisdicciones con mayor atractivo para la minería mundial, del Instituto Fraser, con sede en Canadá, y que busca evaluar cómo las dotaciones minerales y los factores de política pública, como los impuestos y la incertidumbre regulatoria, afectan la inversión.

Según la edición 2020 de la encuesta, distribuida a más de 2.200 ejecutivos

de mineras alrededor del mundo, Chile consiguió 83 puntos, cuatro menos que en la edición anterior, lo que llevó al país a caer de la posición 15 a la 23, entre 77 participantes. De esta manera, el país perdió el liderazgo regional a manos de la provincia de Salta, en Argentina, y por Colombia, siendo relegado al tercer puesto por sobre Perú y Brasil¹⁰.

Gráfico 8: Evolución Índice de Percepción/Potencial de Políticas¹¹ en el Sector Minero



* Cambio metodológico: índice de potencial de políticas pasa a ser el índice de percepción de políticas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Fraser Institute.

Dentro de las razones que explicarían el retroceso que llevó a Chile a su peor puesto desde 2016, se encuentra el aumento en las percepciones negativas sobre los factores de política, el potencial mineral, y el régimen fiscal. En ese sentido, el estallido social de 2019-2020 podría explicar por qué los inversionistas expresaron una mayor preocupación sobre algunas áreas políticas específicas. Por ejemplo, el 40% de los encuestados (un aumento de 20 puntos porcentuales desde 2019) indicó que la estabilidad política de Chile era un factor que disuadía la inversión. De manera similar, el 22% de los encuestados (un salto de 10 puntos desde 2019) citó la seguridad como un factor que daña la competitividad minera del país.

Pero no todo es negativo dentro de la última edición del ranking Fraser. Uno de los elementos que es destacado por los inversionistas tiene que ver con la creación de la Oficina de Grandes Proyectos, lo que es celebrado porque centraliza la coordinación necesaria para el impulso de nuevas iniciativas a lo largo del país. En esa línea, dentro de la encuesta los inversionistas también vieron favorablemente la infraestructura de Chile, ya que el 14% indicó que este fue un factor que disuadió la inversión (una disminución de 14 puntos respecto al año pasado).

A los efectos de la crisis social-política de 2019, se podrían sumar los potenciales efectos de la implementación de un royalty y una nueva Ley de Glacia-

res, ambos proyectos actualmente en discusión legislativa, y que nos podrían hacer caer aún más en los rankings de competitividad. Lo anterior es relevante, ya que significa la disminución del potencial del país para atraer inversión extranjera y la consecuente disminución de ingreso de nuevos proyectos. Finalmente, es importante mencionar el cambio en la estructura del mercado, en cuanto a una potencial participación mayor de CODELCO, al no estar esta entidad sujeta al cambio regulatorio propuesto (royalty minero). De esta manera, la pérdida de dinamismo generada por la medida y el mayor peso de la empresa estatal en este contexto podría generar aún mayores pérdidas en materia de competitividad de la industria a nivel internacional.

¹⁰ A nivel global, el listado es encabezado por el estado de Nevada (EE. UU.), Arizona (EE. UU.) y la provincia de Saskatchewan (Canadá). Son justamente los países norteamericanos los que copan el ranking con cuatro territorios estadounidenses, tres canadienses, dos australianos y Finlandia.

¹¹ Si bien las evaluaciones geológicas y económicas son siempre requisitos para la exploración, en la actual economía globalmente competitiva, donde las empresas mineras pueden estar examinando propiedades ubicadas en diferentes continentes, el clima político de una región ha adquirido una mayor

importancia para atraer inversiones. El Índice de potencial/percepción de políticas sirve como indicador para los gobiernos sobre cuán atractivas son sus políticas desde el punto de vista de los inversionistas. Este es un índice compuesto que mide los efectos en la exploración de las políticas gubernamentales, inclui-

dos los impuestos, las regulaciones ambientales, la administración y la duplicación de regulaciones, la incertidumbre sobre los reclamos de tierras nativas, las áreas protegidas, los problemas laborales, la infraestructura, los acuerdos socioeconómicos y la estabilidad política.

Un segundo grupo de indicadores estratégicos para establecer un benchmark al año 2032 se refiere a condiciones de contexto social vinculado al desarrollo, particularmente de los hogares en su capacidad para ser más productivos y alcanzar un mayor bienestar agregado. Para este fin se seleccionó el Human Development Index¹² (HDI), elaborado por Naciones Unidas. El HDI gira en torno a tres dimensiones: longevidad y calidad de vida (salud), nivel de conocimientos o capital humano (educación) y estándares de vida en cuanto a poder adquisitivo (ingresos). Las tres dimensiones evaluadas se resumen en un índice para cada una de ellas, siendo el IDH final la media geométrica entre estas.

Tabla 2: Índice de Desarrollo Humano (HDI) 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019
Nueva Zelanda	0.921	0.924	0.926	0.928	0.931
España	0.895	0.899	0.903	0.905	0.904
Italia	0.882	0.884	0.886	0.890	0.892
Grecia	0.877	0.874	0.879	0.881	0.888
Portugal	0.854	0.855	0.858	0.860	0.864
Chile	0.842	0.845	0.847	0.849	0.851

Fuente: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 2019

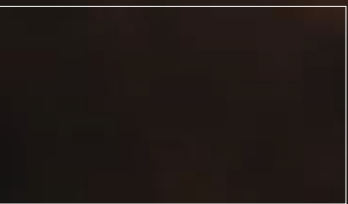
En ese caso, se revisó el nivel del HDI para el año 2019¹³ en todos los casos y se determinó la magnitud que Chile aún debe aumentar para llegar al nivel consistente con el PIB per cápita proyectado.

Un seguimiento del índice entre diferentes países y por más de una década muestra que los avances más importantes ocurren en los niveles bajos del HDI, en que los países enfatizan la necesidad de contar con las condiciones básicas de salud, educación y vivienda. Una vez logrado ese nivel (aproximadamente en un HDI=0,5), existe la base que les permite avanzar en más dimensiones como desarrollo económico y productividad. Asimismo, en el caso de los países con mayor nivel de ingreso, el avance del índice es escaso aun para incrementos del PIB significativos. Chile muestra un índice de 0,851. Si mantiene el mismo ritmo con que ha aumentado durante los últimos 4 años, alcanzaría el nivel actual de Nueva Zelanda en el año 2059, el de España en el año 2046, el de Italia en el año 2040, el de Grecia en el año 2038 y el de Portugal en el año 2026.

Se deduce entonces, que lograr un incremento sensible en el PIB per cápita no implica que de manera automática se logren los niveles de bienestar de países más desarrollados. Por esto, se requiere definir estrategias claras y prioridades que muevan al país en las dos direcciones: desarrollo económico y desarrollo social, de forma balanceada.

¹² Human Development Index (HDI). Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 2019.

¹³ La última edición del informe fue publicada en 2020, con datos de 2019.





Capítulo 1

Recursos Hídricos

1 Resumen ejecutivo

El desafío de gestionar los recursos hídricos, en el período que se analiza en esta edición del Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo, está marcado por la sequía sin precedentes tanto en duración (12 años consecutivos) como en intensidad, asociada al proceso de cambio climático que está sufriendo el planeta. En efecto, Chile ha visto disminuir las precipitaciones en un rango de 60 a 85% respecto de lo que se denomina un año normal¹, con efectos muy significativos en las diversas cuencas hidrológicas.

La falta de agua implicará, la reducción de las inversiones programadas hasta ahora para la construcción de grandes sistemas de almacenamiento de agua, y la necesidad de realizar un esfuerzo muy importante en la gestión de uso del recurso, con inversiones específicamente relacionadas con este fin.

La actividad minera, por su parte, ya ha iniciado los esfuerzos de cambio de su matriz hídrica, al incorporar agua de mar en sus procesos (sin desalinizar y desalinizada en algunas faenas); las inversiones para ello están completamente individualizadas y en plena ejecución.

En cuanto al sector industrial, que hoy utiliza principalmente agua potable y agua subterránea extraída desde pozos propios, no se vislumbra un cambio posible de la matriz hídrica, y las inversiones que deban realizarse para la expansión de su demanda se incluyen en aquellas que deberán realizar las empresas de servicios sanitarios.

El agua potable para consumo humano es la primera que se garantiza como un derecho para todos los habitantes del país, y las inversiones en esta línea incluyen el desarrollo de nuevos pozos, sistemas de almacenamiento temporal específico, y también el aumento en la cobertura de servicios hasta un 100% de la población urbana y rural. Además, se proyectan requerimientos de saneamiento del 100% de las aguas servidas en el caso urbano y 85% en el sector rural, con los necesarios tratamientos sobre las aguas servidas que permitan su reutilización en riego agrícola y municipal.

La tecnología de desalinización de agua en base a la osmosis inversa se está iniciando exitosamente en nuestro país, para la producción de agua potable y para minería. Eso sí, el despliegue de estas fuentes de agua está limitado a las poblaciones urbanas ubicadas en zonas costeras o alledañas, porque la orografía de Chile hace inviable económicamente su distribución hacia ciudades ubicadas en los valles centrales.

¹ Año normal se denomina al promedio anual de precipitaciones en el período 1961-1990.



El agua asociada a los requerimientos de caudales ecológicos, imprescindibles para mantener equilibrios en la biodiversidad, está sufriendo significativamente los efectos de la sequía. En este ítem se han incluido inversiones en sistemas de medición, control y procesamiento de información de última generación, para mitigar en lo posible la reducción de estos caudales, siguiendo las recomendaciones internacionales.

Finalmente, el mayor consumidor del recurso hídrico en la economía, el sector agrícola, ha sido hasta la fecha la variable de ajuste entre la demanda y oferta, con dos estrategias: reducción de las superficies productivas e incorporación de sistemas de riego tecnificado, que generan un aumento muy significativo en la eficiencia hídrica. En este informe se consideran inversiones que apoyen el avance de la tecnificación de riego, investigación y desarrollo para adaptaciones agronómicas de los cultivos (cambio de cultivos y de zonas productivas).

A modo de resumen en el período 2022 – 2031, las inversiones proyectadas alcanzan un total de US\$12.342 millones. No corresponde estimar un análisis de brecha, porque el tipo de inversiones es de una naturaleza muy distinta a las inversiones que históricamente se han proyectado hasta ahora, debido a la sequía, situación climática que será la característica dominante de las futuras décadas, de acuerdo con la investigación científica más actualizada.

Tabla 1.1: Resumen de inversiones (US\$ millones)

Item de inversión	2022-2026	2022-2031
Agua potable y saneamiento	2.275	4.302
Uso productivo	2.439	5.640
Infraestructura de protección ante inundaciones	1.075	2.150
Red de monitoreo hidrogeológico y control	125	250
Total	5.914	12.342

Fuente: elaboración propia.

2 Descripción del sector

Chile cuenta con 101 cuencas hidrológicas²; para algunas de estas cuencas hay algunos estudios con diferente nivel de detalle acerca de precipitaciones, escurrimientos y consumo poblacional, industrial, minero, agrícola y ecológico. Muchos de estos estudios se realizaron en años de precipitaciones normales (promedio o superiores a los registros de los últimos 50 años), esto es, sin condiciones de sequía.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha establecido una prioridad para 13 de estas 101 cuencas, en atención al impacto potencial del cambio climático y la escasez de agua de aquellas zonas, ya que en ellas se concentra aproximadamente 89% del total de habitantes del país y el 95% de la superficie agrícola regada³.

Tabla 1.2: Cuencas prioritarias según el MOP más la cuenca del río Imperial

Cuenca	Superficie KM ²	Área regada HA	Población Urbana	Población Rural	Consumo de Agua Potable M ³ /S	Caudal Medio M ³ /S	Caudal Anual Hm ³	Capacidad Embalses Hm ²	Caudal Ecológico Anual M ³	Caudal Anual Disponible Hm ²
Río Loa	29.774	618	154.395	9.816	0,31	2	77	No informa	4	73
Río Copiapó	18.704	4.849	64.326	6.333	0,13	2	60	25	3	57
Río San José	3.194	2.150	39.859	3.623	0,08	1	35	No tiene	2	33
Río Elqui	9.826	18.367	149.016	34.514	0,34	7	225	240	62	163
Río Limarí	11.696	21.864	177.382	41.084	0,41	6,7	211	998	16	195
Río Choapa	7.654	14.307	116.072	26.884	0,27	8,7	274	50	21	254
Río Petorca	1.988	10.699	203.497	20.112	0,42	1	20	No tiene	1	18
Río Aconcagua	7.334	39.467	750.654	74.188	1,54	39	1.230	>35	123	1.107
Río Maipo	15.274	135.552	6.136.289	249.518	11,91	92	2.911	222	291	2.620
Río Rapel	13.767	174.182	949.332	198.064	2,14	162	5.109	237	1.022	4.087
Río Maule	21.054	203.406	565.597	190.883	1,41	467	14.727	1.881	2.945	11.782
Río Bio-Bio	24.371	70.153	1.042.425	182.625	2,28	899	28.351	5.582	5.670	22.681
Río Imperial	12.669	20.003	270.883	111.253	0,71	246	7.758	No informa	1.552	6.206
Total		715.617	10.619.727	1.148.897			60.987		11.711	49.276

Fuente: elaboración propia en base a MOP.

Tabla 1.3: Resumen superficie de riego y población urbana/rural

Superficie	Población			
	Total	Urbana	Rural	Total
Superficie riego hasta Río Imperial (Has)	1.053.353	13.950.490	1.691.448	15.641.938
Superficie riego Río Budi al Sur (Has)	55.206	1.473.950	458.115	1.932.065
Total hectáreas regadas	1.108.559	15.424.440	2.149.563	17.574.003

Fuente: elaboración propia en base a MOP.

² Ver anexo: Inventario de Cuencas. MOP.

³ Ver anexo: Mapas y datos por cuenca MOP.

Antecedentes generales

Los requerimientos de infraestructura hídrica se caracterizan por una demanda creciente y una disponibilidad decreciente, como consecuencia del proceso de cambio climático global. Prácticamente todas las actividades de la población humana, tanto urbana como rural, requieren el acceso al agua potable y su posterior saneamiento, en forma suficiente, continua, sustentable y de calidad.

Las principales actividades de la economía nacional, como la Agricultura, la Industria y la Minería no pueden desarrollarse en todo su potencial, si existen limitaciones en la disponibilidad hídrica y, en el escenario de sequía actual, las inversiones en infraestructura hídrica (captación, almacenamiento, conducción, distribución) constituyen una prioridad a nivel nacional.

Algunas consideraciones de carácter transversal en relación con la infraestructura crítica para el desarrollo relacionada con los recursos hídricos:

1. El escenario de sequía creciente es una realidad a nivel mundial, con poca o ninguna probabilidad de revertirse en el mediano plazo; Chile afronta el peor periodo de sequía continua (12 años) de toda su historia y no se vislumbran estrategias viables y/o fenómenos naturales que reviertan significativamente esta condición en las próximas 5 a 7 décadas.
2. El último Informe del Panel de Expertos de las Naciones Unidas (2021) reveló que el daño ambiental es mucho mayor al proyectado y que en parte ya es irreversible. Chile es una de las 10 naciones más vulnerables al cambio climático, ya que reúne siete de las nueve condiciones de vulnerabilidad definidas por las Naciones Unidas. Actualmente las zonas centro norte y centro sur del país se encuentran con déficit de precipitaciones de entre un 60% y un 85% comparado con el promedio histórico; la acumulación de nieve registra déficits superiores al 85%; con los principales embalses del país en sólo un 34% de su capacidad, y con una proyección para el caudal de los ríos cercana a los mínimos históricos.
3. El sector agrícola está en franca contracción desde el extremo Norte hasta la VII Región; al mismo tiempo enfrenta, en diversas cuencas, una reducción de rendimientos y calidad de los productos agrícolas, principalmente por efectos de la sequía, y no por falta de mercados para sus productos.
4. El abastecimiento de agua para consumo humano en localidades medianas y pequeñas, especialmente en el ámbito rural, se está precarizando y con alto riesgo en el suministro y saneamiento.
5. Persiste una falla significativa en las prácticas y métodos de explotación del agua de fuentes naturales:
 - Altos niveles de pérdidas en redes urbanas (aguas no facturadas)
 - Manejo deficiente de las aguas agrícolas (eficiencias limitadas de las técnicas de riego)
 - Un sostenido aumento en la profundidad de las napas freáticas por extracciones superiores a las recargas



6. Las tecnologías de desalinización del agua de mar, a escala masiva, están empezando a ser económicamente viables y atractivas para los inversionistas.
7. Está disponible la tecnología para el tratamiento de las aguas servidas (efluentes urbanos) tratadas como fuente adicional de agua para el riego, pero no para consumo humano. Sin embargo, esta alternativa debe considerar inversiones específicas en infraestructura de recolección, conducción, tratamientos primarios, secundarios y terciarios y de distribución de las aguas tratadas a los campos agrícolas.

El Gobierno de Chile trabajó en una estrategia hídrica, presentada al país en agosto de 2021⁴, que tiene tres pilares:

- Resguardar el abastecimiento de agua, priorizando siempre el consumo humano.
- Asegurar la calidad del agua y proteger los ecosistemas.
- Modernizar el marco legal e institucional, con la creación del nuevo Ministerio de Obras Públicas y Recursos Hídricos (la nueva Subsecretaría del Agua) y la Reforma del Código de Aguas.

La iniciativa consta de cuatro ejes principales:

- Desalinización con foco en regiones más afectadas.
- Tecnificación del riego para la producción de alimentos.
- Impulso de inversión para el agua potable rural.
- Uso eficiente del recurso en las ciudades.

El objetivo principal de este capítulo es identificar y cuantificar los principales requerimientos de infraestructura de desarrollo y gestión de los recursos hídricos que deben desplegarse en el periodo 2022-2031 en el país, y entre éstos, aquellos que serán claves para el impulso del desarrollo social y económico nacional.

El análisis considera el desarrollo de infraestructura en los años de análisis a nivel de cuencas hidrológicas, ya que cada una de éstas representa realidades muy diferentes en términos de oferta y demanda de agua.

Una cuenca hidrológica es una unidad territorial que está drenada por un río, delimitada por las altas cumbres y está constituida por todo el suelo y el territorio, más toda la gente que vive ahí y el desarrollo socioeconómico específicamente relacionado con el uso del recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo.

En general, en Chile existe limitada información hidrológica, como datos estadísticos o modelamiento de escenarios sobre cuánta agua hay disponible en una cuenca, o la calidad y biodiversidad de las aguas existentes, especialmente en condiciones de sequía prolongada y de intensidad creciente. Para optimizar la disponibilidad del recurso hídrico se requiere de inversiones en infraestructura; el nivel de inversiones requerido depende en su mayor proporción del nivel de escasez de agua en las diversas cuencas.

⁴ Plan Sequía: medidas para la adaptación al cambio climático (2021).



3

Situación actual y diagnóstico

Oferta hídrica

"El Atlas del Agua en Chile" (DGA, 2016), dividió a Chile en 4 macrozonas, que están repartidas en los 756.102 Km² de territorio nacional. En ellas se encuentran 1.251 ríos principales, 12.784 cuerpos de aguas entre lagos y lagunas, y 24.114 glaciares. En un "año normal", la precipitación promedio de Chile es de 1.525 mm/año; en estas condiciones la fracción de esta precipitación que se transforma en flujo conocido como escorrentía, corresponde a 29.245 m³/s.

Tabla 1.4: Características de cada macrozona

Dato/zona	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Zona Austral
Superficie (Km ²)	300.904	78.432	135.925	240.791
Población (MM habitantes)	2,3	11,1	4,4	0,3
Nº de cuencas	39	16	26	20
Escorrentía (m ³ /s)	40	1.116	7.839	20.258
Nº de glaciares	2.142	2.615	2.996	16.361
Volumen de glaciares (Km ³)	3	33	434	3
Nº de cuerpos de agua	545	531	1.345	10.363
Precipitación promedio (mm)	87	943	2.420	2.963

Fuente: elaboración propia en base a DGA.

En relación con estas macrozonas, es posible caracterizarlas de acuerdo con los siguientes criterios:

- Macrozona norte: principalmente actividad minera, con pocas áreas agrícolas. Tiene recursos hídricos subterráneos generalmente sobreexplotados y su recarga es muy limitada. Se ha empezado a hacer uso de agua del mar, especialmente en faenas mineras. También se observan iniciativas de desalinización, para su consumo en las zonas urbanas y con ello liberar recursos aguas arriba para uso del proceso minero.
- Macrozona centro: tal vez la más afectada por la sequía en lo que se refiere a la agricultura, que es su principal actividad relacionada con agua. También el consumo de la población (el 60% de la población de Chile se ubica en esta macrozona) es un demandante importante del recurso. La dispersión de población en zonas rurales exige que la distribución de agua potable se realice utilizando camiones aljibe, tanto porque no hay sistemas de distribución extendidos, como porque el nivel de las napas en los pozos locales de los programas asociados a soluciones vía Agua Potable Rural (APR) han disminuido sistemáticamente por la sequía.
- Macrozona sur: si bien dispone de recursos hídricos, falta infraestructura de gestión (almacenamiento y distribución) que permita enfrentar cambios climáticos como el que hoy existe y se proyecta hacia adelante. También en esta macrozona se observa el creciente uso de camiones aljibe para distribución de agua potable en zonas rurales.
- Macrozona austral: tiene una enorme disponibilidad de agua y una muy modesta demanda, que permiten calificar esta zona como la gran reserva de agua dulce de Chile en un futuro lejano. Por ahora no existen las tecnologías rentables que permitan un trasvase de aguas desde esta macrozona hacia el resto del país.



Aguas superficiales

El manejo de los recursos hídricos a nivel de cuencas se realiza con embalses medianos y mayores, cuya gestión permite acumular agua en periodos de abundancia y disponer de ésta en el periodo seco. De la información disponible al 2014, solo 14 de las 101 cuencas hidrográficas tienen una estructura de embalse que regula parcialmente el caudal, y algunas de estas estructuras están ubicados en la parte baja de los valles y regulan una fracción muy limitada del escurrimiento de la cuenca.

Todos los embalses presentan hoy niveles muy inferiores a su capacidad de diseño. Tampoco la reserva de glaciares parece acumular suficiente agua para proveer los embalses y las cuencas⁵.

Tabla 1.5: Embalses de Chile

Región	Cuenca	Embalse	Capacidad Hm ³	Uso
II	Loa	Conchi	22	Riego
III	Copiapó	Lautaro	26	Riego
III	Huasco	Santa Juana	166	Riego
IV	Elqui	La Laguna	38	Riego
IV	Elqui	Puclaro	209	Riego
IV	Limarí	Recoleta	86	Riego
IV	Limarí	La Paloma	750	Riego
IV	Limarí	Cogotí	136	Riego
IV	Quilimarí	Culimo	10	Riego
IV	Choapa	El Bato	26	Riego
IV	Choapa	Corrales	1.305	Riego
V	Aconcagua	Aromos	35	Agua Potable
V	Peñuelas	Peñuelas	95	Agua Potable
RM	Maipo	El Yeso	220	Agua Potable
RM	Maipo	Rungue	2	Riego
VI	Rapel	Convento Viejo	237	Riego
VI	Rapel	Rapel	695	Generación
VII	Maule	Colbún	1.544	Generación y Riego
VII	Maule	Lag. Maule	1.420	Generación y Riego
VII	Maule	Bullileo	60	Riego
VII	Maule	Digua	225	Riego
VII	Maule	Tutuvén	22	Riego
VIII	Itata	Coihueco	29	Riego
VIII	Bio-Bio	Lago Laja	5.582	Generación y Riego
VIII	Bio-Bio	Ralco	1.174	Generación
		Sub-total A. Potable	350	Agua Potable
		Sub-total	1.869	Generación
		Sub-total	11.895	Riego y Mixto
		Total	14.114	

Fuente: DGA, 2015.

⁵ Fundación Glaciares Chilenos. 2019

El programa de construcción de embalses superficiales de carácter regional, actualizado y publicado por MOP en 2018 incluía 20 nuevos embalses, con una capacidad total de almacenamiento de 1.925 Hm³, y una inversión de US\$3.300 millones; este plan no especifica el periodo estimado para su ejecución, y este ha avanzado en forma limitada.

Únicamente el embalse Valle Hermoso ya está terminado, y el embalse Chironta estaría listo para su puesta en marcha a fines del 2021 o principios del 2022. Además, se estima que para el periodo 2022 – 2030 solo podría completarse el embalse Punilla, que está en proceso de re-licitación. En este periodo podrían eventualmente iniciarse las obras de construcción de los embalses Las Palmas y Catemu.

Se requiere de 2 condiciones básicas para la construcción de embalses de tipo regional:

- a) una precipitación invernal suficiente para generar escurrimientos que puedan ser almacenados
- b) la asignación de los recursos de inversión para el financiamiento de las obras.

Tanto las condiciones de sequía actuales y su proyección para las próximas décadas, así como el costo financiero de los recursos económicos para solventar las inversiones públicas y privadas necesarias para la construcción de estos embalses, indican la imposibilidad de enfrentar por ahora estas inversiones.

Adicionalmente, debe considerarse que la disponibilidad de elementos de captación y regulación de caudales, que permite almacenar en cada embalse las escorrentías superficiales de las épocas de invierno para su empleo en el resto del año, requiere además de las importantes inversiones en nuevas obras de captación y almacenamiento, otra infraestructura complementaria a nivel de cuencas, que deben ser parte integral de cualquier obra de captación y almacenamiento, para optimizar el uso del agua embalsada; esta infraestructura corresponde a:

- Revestimiento de canales existentes
- Estructuras hidráulicas (compuertas, estructuras de división y repartición de cauces superficiales)
- Sistemas de riego tecnificado, que permitan incrementar la eficiencia agronómica de uso de agua del promedio nacional actual (estimado en 50%) hasta un 65%, con la adopción de riego por goteo, y diferentes sistemas de aspersión.
- Sistemas de drenaje superficial y redes de drenaje subsuperficial, para evacuar los excedentes de agua provenientes de la eficiencia limitada de los sistemas de riego o de zonas de anegamiento.
- Estructuras de medición de caudales y volúmenes, con telemetría y sistemas de procesamiento de datos en tiempo real.

Los recursos necesarios para implementar esta Infraestructura anexa se estiman entre 55% y 70% adicionales a los costos de las obras de captación y almacenamiento⁶, en relación con el costo de embalses que deben construirse.

⁶ Infraestructura Hídrica Multipropósito. OCDE. 2020

Aguas subterráneas

El agua subterránea a nivel mundial es la fuente más abundante de agua dulce, alcanzando un 97% del agua dulce no congelada. Corresponde a casi un 30% de la reserva global física disponible de agua. De acuerdo con la publicación Escenarios Hídricos 2030, Indicador de déficit hídrico en Aguas Subterráneas de Chile⁷, hay una tendencia de aumento de la demanda sobre las aguas subterráneas por una población creciente y el desarrollo de los sectores económicos. En Chile, el 40% del consumo de agua potable en zonas urbanas se provee desde pozos profundos, en tanto que para las zonas rurales esta cifra alcanza al 76%.

Otras fuentes de agua

Desalinización de aguas salobres y agua de mar

La desalación de agua de mar para potenciar distintas actividades no es nueva. Hoy esta práctica se realiza en 177 países, y en que se procesan 93 millones de m³ (93 Hm³) al día.

Existen 24 plantas desaladoras operativas en Chile⁸ y otras 22 en proceso de evaluación ambiental o en construcción, para avanzar desde la capacidad actual de 189,21 Hm³/año (6 m³/s), a 409,97 Hm³/año (13 m³/s).

Las principales plantas desaladoras de agua de mar son las siguientes:

- Antofagasta, planta en operación. Capacidad 1.056 L/seg
- Tocopilla, planta en operación. Capacidad 75 L/seg
- Atacama, por entrar en servicio. Capacidad 450 L/seg
- 6 plantas rurales en proyecto para el norte. Capacidad 200 L/seg
- Zona centro sur, 2 plantas proyectadas. Capacidad 35 L/seg

Debido a sus altos costos de inversión y de operación, esta solución no contempla entregar directamente recursos hídricos a la agricultura, sino en forma indirecta, como un segundo uso, después de haber sido utilizada por la población como agua potable y haber tenido un tratamiento terciario, de acuerdo con las normas internacionales⁹.

Del total de plantas desalinizadoras en servicio, las de Antofagasta, Tocopilla y Atacama están orientadas al consumo humano, y las restantes se han proyectado para uso minero. Es necesario tener presente que una desalinizadora de 1 m³/s (31,54 Hm³/año) tiene un costo de inversión (Capex) del orden de US\$100 – 120 millones (US\$ 3,49 /m³), comparado con el costo de construcción de un embalse de igual capacidad¹⁰. A lo anterior hay que agregar una diferencia sustantiva en el costo operacional, principalmente por el uso intenso de energía para la desalinización y posterior conducción del recurso a la zona de demanda.

El gasto operacional asociado a una planta desaladora grande, con capacidad para atender los requerimientos de agua potable de hasta un millón de personas (36,5 Hm³/año) alcanza a unos US\$ 0,50/m³, en la planta desalinizadora. A modo de comparación, hoy en la Región Metropolitana, el costo de producción de agua potable es del orden de US\$ 0,32/m³ incluyendo tanto su producción como su distribución a nivel del usuario final.

⁷ Indicador de déficit hídrico en aguas subterráneas. Escenarios Hídricos.

⁸ De las cuales 15 son para el sector minero, proyectándose hasta 26 plantas en operación en 2030, lo que permitirá liberar recursos de agua dulce para uso humano.

⁹ Menos de un 2% del agua de mar que se desala hoy en el mundo se destina directamente al riego agrícola. ¹⁰ Estimados por MOP en US\$ 2,32/m³.

Reúso de aguas residuales urbanas

Una de las iniciativas relevantes para aprovechar el recurso agua dulce ha sido el desarrollo de tecnologías de tratamiento adicional (*tratamiento terciario*) de las aguas grises, para recuperarlas en uso agrícola; este tratamiento terciario no se ha desarrollado aún en Chile. Según el documento "Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático"¹¹ de la Mesa del Agua, presentado ante la COP25, el "*tratamiento de aguas residuales a nivel local y regional, para su reciclaje y reutilización, ayudaría a un menor consumo y una acumulación mayor neta de agua para consumo humano. Aunque Chile cuenta con una reciente norma de reúso de aguas grises (Ley 21.075), aún falta el reglamento que permita la operatividad del sistema. En la actualidad se trabaja en el proyecto de norma NCh 3456, sobre directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego. Si bien es un paso importante, está basado en la norma israelí y no en información generada en el país, considerando la diversidad climática entre ambos países*".

En este análisis se consideran inversiones en esta tecnología, que se han incluido en las inversiones consideradas por las empresas sanitarias que proveen agua potable y su posterior saneamiento.

Trasvases de agua entre Cuencas Hidrológicas

El trasvase de aguas entre cuencas hidrológicas es posible, atendido el hecho que existirían recursos hídricos en la zona sur del país, e incluso hay algunas iniciativas a nivel de estudio disponibles. Sin embargo, se estima que su desarrollo no será factible en el periodo de análisis, porque no existen soluciones tecnológicas competitivas que las hagan económicamente atractivas. Adicionalmente, hay que resolver previamente los problemas asociados a la intervención ecológica y aspectos jurídicos y legales de propiedad del recurso.

Se mencionan tres iniciativas que han avanzado en su análisis:

- a) Trasvase de recursos superficiales del río Maule y Biobío hacia la zona central, mediante canales abiertos y embalses en el piedemonte de la cordillera de Los Andes.
- b) Trasvase de recursos captados en la desembocadura de los ríos Maule y Biobío hacia la zona central, mediante tuberías sobre el fondo del mar, estrategia que generaría además un desafío ligado a la distribución del recurso.
- c) Trasvase de recursos captados en la desembocadura de los ríos Maule y Biobío hacia la zona central, mediante una tubería enterrada paralelamente a la Ruta 5 sur. En este caso se facilitaría la distribución en las zonas urbanas.

Distintas evaluaciones de estas iniciativas sitúan el costo de inversión entre US\$8.000 y US\$30.000 millones, dependiendo de la tecnología y volumen del recurso trasvasado.

No se ha avanzado en el análisis de los aspectos jurídicos y de propiedad asociados al trasvase inter-cuencas de recursos hídricos. En todo caso, las iniciativas están en etapa de análisis por el MOP, en la búsqueda de su calificación como proyectos de interés público.

¹¹ Recursos Hídricos en Chile. Mesa del Agua. 2019.

Demanda de agua

Para efectos de este informe, se identifican 4 líneas de demanda de los recursos hídricos en Chile:

- Consumo humano
- Uso industrial (distinto de minería)
- Faenas mineras
- Agricultura

En el caso del agua para consumo humano, las inversiones están asociadas a la captación, almacenamiento temporal estratégico, purificación, conducción y distribución en zonas urbanas. Posterior a su uso, el proceso debe contemplar el saneamiento de aguas servidas, hasta su reutilización en riego agrícola, si se avanza en tratamiento terciario; la demanda para consumo humano representa un 11% del total. Para las zonas rurales, el desafío incluye sistemas de producción (pozos) y eventual transporte del recurso desde las redes urbanas, incluyendo por supuesto el correspondiente tratamiento de aguas servidas.

En uso industrial, se observa que la demanda alcanza solamente a un 8% del total. Cabe destacar que el 70% de esta demanda corresponde a agua potable que proviene de las redes de distribución y el saldo desde pozos profundos que administra directamente la industria. No existen iniciativas relevantes para la utilización de aguas residuales tratadas para fines industriales.

En minería, como se mencionó antes, se observan dos tipos de agua en los procesos: agua salada, utilizada principalmente para el transporte de mineral¹², y agua dulce para diversos procesos y consumo de los trabajadores. El consumo de esta actividad económica representa un 5% del total del recurso.

Finalmente, la demanda agrícola, que representa la mayor proporción, ha actuado como variable de ajuste frente a la escasez de agua producto de la sequía. No existen datos oficiales de superficie agrícola que se ha abandonado por falta de agua de riego en la sequía iniciada en 2009 y prevaleciente aún hasta la fecha de este análisis. Del 1,1 millón de hectáreas agrícolas con riego, se estima a la fecha que 80 mil se han abandonado. Por otra parte, un 35% del total, ha incorporado sistemas de riego tecnificado; dicha proporción sitúa a Chile como líder a nivel mundial en la adopción de tecnologías de riego, con un cambio en la eficiencia de riego¹³ promedio nacional del 28% en 1970 a un 50% en 2020.

En un escenario de sequía profunda y prolongada, el riego tecnificado no solo impedirá la disminución de la superficie productiva, sino también es posible volver a potenciar su desarrollo, probablemente en otras zonas que presenten mejores condiciones agronómicas.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de la demanda total en el año 2022 y proyectada para 2031, basada en la información disponible en las publicaciones del MOP, del Consejo Minero, de la Asociación de Empresas Sanitarias, de la Sociedad de Fomento Fabril y de la Comisión Nacional de Riego.

¹² A la fecha una proporción significativa del agua para transporte de mineral corresponde a aguas superficiales provenientes de la cordillera, o acuíferos específicos.

¹³ Proporción del agua aplicada que efectivamente utiliza el cultivo.

La proyección al 2031 se ha realizado considerando los siguientes elementos:

- a) Para la demanda minera, se ha utilizado las proyecciones de inversión de CO-CHILCO y diversas fuentes de la industria, que consideran el incremento paulatino de uso de agua de mar para sus diversos procesos productivos.
- b) Para la demanda industrial, la proyección se basa en la evolución esperada del PIB que varía de entre un 2,6% y un 3%.
- c) Para el agua potable, se considera la proyección de crecimiento de la población y la cobertura tendiente al 100% de la población urbana y rural. Además, se ha proyectado alcanzar el 100% de saneamiento terciario urbano y el 75% a nivel rural.
- d) Aguas asociadas al caudal ecológico: para efectos prácticos, se ha considerado que el caudal ecológico corresponde a una reserva de 20% del caudal proveniente de fuentes superficiales. Debido a su naturaleza, y para efectos de balance hídrico, se ha considerado a este valor como una restricción de la oferta, tomando un valor igual a 0 en la demanda¹⁴.
- e) En el caso de la agricultura, la proyección considera un incremento neto de un 8,1% en la superficie regada que incorpora riego tecnificado.

Tabla 1.6: Detalle demanda de agua en Chile (Hm³/año)

Tipo de consumidor	2022	2031	Variación 2022-31
Subtotal Demanda Minería	608	735	20,9%
<i>Continental</i>	402	390	-3,0%
<i>Desalinizada</i>	206	345	67,7%
Subtotal Demanda A. Potable	1.487	1.713	15,2%
<i>Consumo país</i>	1.487	1.713	15,2%
Subtotal Demanda Industrial	1.062	1.338	26,0%
Subtotal Demanda Agrícola	9.395	8.532	-9,2%
<i>Riego</i>	9.257	8.406	-9,2%
<i>Pecuaría</i>	139	126	-9,2%
Demanda total	12.552	12.319	-1,9%

Fuente: elaboración propia en base a MOP, Consejo Minero, ANDESS, SOFOFA y CNR.

¹⁴ La ONU recomienda reservar un 20% del caudal para este fin en la publicación Recomendaciones de la OCDE sobre el agua. Según el reglamento elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente y que fija el mecanismo de determinación del caudal ecológico, el volumen destinado será de un 20% del caudal disponible para fuentes de agua superficial, lo que es consistente con la recomendación de la ONU.



4

Avances y brechas del periodo 2018 – 2020

La situación de sequía que enfrenta el país desde el año 2010 determina que el componente principal que justifica posibles inversiones en infraestructura crítica para el desarrollo en temas de agua, el recurso hídrico, simplemente no está disponible, motivo por el cual una parte muy significativa de las inversiones proyectadas en versiones anteriores del Informe y sus actualizaciones posteriores, no han podido realizarse. Las proyecciones para las próximas décadas, bajo diferentes escenarios de intensidad y duración del proceso de cambio climático global, indican la necesidad de repensar y priorizar las inversiones bajo un paradigma diferente, caracterizado por los siguientes aspectos principales:

1. La realidad socioeconómica y política del país ha establecido la priorización del abastecimiento hídrico y saneamiento posterior de las aguas residuales, para la población urbana y rural. Las inversiones en Infraestructura Crítica para el Desarrollo del recurso hídrico se centrarán en el aseguramiento de este objetivo – país, por sobre cualquier otra consideración. Tanto el aumento esperado de la población, como sus crecientes necesidades de agua potable y saneamiento han sido considerados en este capítulo.
2. Las consideraciones de protección del medio ambiente, correspondientes al aseguramiento de los caudales ecológicos en cada una de las cuencas hidrológicas, han pasado a ocupar una prioridad relevante en el destino de los recursos hídricos nacionales y determinan la necesidad de una reorganización significativa en la gestión hídrica nacional; si bien se requiere inversiones en infraestructura poco significativas con este fin, se limitan significativamente los volúmenes (o caudales) disponibles para otros usos del recurso, y por consiguiente las inversiones esperadas para estos otros usos.
3. Las necesidades hídricas que el desarrollo proyectado de la actividad industrial nacional requiere inversiones adicionales en infraestructura, que se han sumado a aquellas correspondientes al agua potable, ya que esta es la fuente principal de agua requerida por la industria nacional. Se estima que solo un 30% de los requerimientos hídricos de la industria podrían ser cubiertos con las aguas residuales urbanas y rurales, cuando su saneamiento incluya el tratamiento terciario establecido internacionalmente.
4. La minería ha internalizado en sus planes de inversión la incorporación de nuevas fuentes hídricas, especialmente el agua de mar desalinizada y el uso directo de agua de mar no desalada para sus procesos productivos, reduciendo



significativamente el uso de aguas terrestres superficiales y subterráneas.

5. La agricultura regada continuará siendo el usuario principal de los recursos hídricos terrestres (superficiales y subterráneos), pero su participación en el concierto de las actividades económicas y sociales que involucran al agua disminuirá paulatinamente, y con ello, las necesidades de inversión en infraestructura. Es así como ya se registra una disminución a nivel nacional de la superficie regada de un 17% entre los años 2017 y 2021 (184.842 hectáreas de riego que pasaron a ser de seco, cuya fuente de agua es la lluvia directa). Adicionalmente, se estima que una superficie similar ha debido implementar estrategias de riego deficitario (aplicación de láminas de riego inferiores a la demanda evapo-transpirativa de los cultivos) con importantes reducciones en rendimientos y calidad de la producción agrícola.
6. La contracción de las superficies regadas, cuyo impacto en la economía nacional es transversal por el alza en los precios de los alimentos y por la reducción de las exportaciones de frutas frescas, puede enfrentarse parcialmente con inversiones en tecnologías de riego que mejoren la eficiencia de uso del recurso. Estas inversiones serán asumidas en conjunto por los agricultores y el Estado, a través del cofinanciamiento de proyectos de riego prediales, pero las inversiones en proyectos de infraestructura extra prediales (tranques, canales) y regionales (embalses) prácticamente no será posible por la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico.

De acuerdo con los puntos anteriores, establecer un análisis cuantitativo de tendencias de inversión resulta incierto, ya que la lógica de inversiones de la distribución y almacenamiento de agua ha cambiado dramáticamente en un período extremadamente corto de tiempo. Sin embargo, es posible hacer aproximaciones para identificar ritmos de ejecución y posibles brechas de inversión, aprovechando la información recopilada a través de diversas fuentes público-privadas que colaboraron en este informe. La siguiente tabla presenta las inversiones totales estimadas en el informe anterior y los avances por ítem coincidente con los requerimientos considerados.

Tabla 1.7: Resumen inversiones identificadas 2018-2027 y avance 2018-20

Ítem	Inversiones requeridas ICD 2018-2027 (US\$ millones)		
	Avance 2018-20	2018-2022	2018-2027
Disponibilidad de agua	1.944	7.452	14.904
Infraestructura de protección ante inundaciones	156	1.675	3.350
Total	2.100	9.127	18.254

Fuente: elaboración propia, ICD 2018-2027.

5

Requerimientos y cuantificación brecha 2022-2031

Un recurso de importancia vital como es el agua tiene ciertas particularidades específicas para definir las brechas entre la oferta y la demanda, que directamente inciden en las inversiones en infraestructura requeridas para disminuir estas brechas en un periodo determinado de tiempo. En este sentido, estimamos que las inversiones en infraestructura crítica para el desarrollo en temas de agua para el periodo 2022 – 2031 se distribuirán en los siguientes rubros:

Agua potable y saneamiento

Las estrategias de las empresas sanitarias para enfrentar los tiempos de sequía están relacionadas con la habilitación de nuevos pozos, donde sea posible de acuerdo con la recarga natural o artificial de los acuíferos, así como mejoras en infraestructura de servicios y con la construcción de plantas desaladoras de agua de mar, para asegurar el suministro de agua potable. El foco de las inversiones se concentrará principalmente en nuevas fuentes productivas, construcción de estanques, proyectos de ampliación de plantas de aguas servidas, y reemplazos en las redes de agua potable y alcantarillado.

Agua potable urbana

El objetivo que se busca en agua potable y saneamiento para el año 2031 es lograr el abastecimiento del 100% de las necesidades de la población urbana y rural con redes hidráulicas y sin recurrir a distribución en camiones aljibe. Respecto del saneamiento de las aguas servidas, la meta es el tratamiento primario y secundario del 100% de las aguas servidas urbanas (actualmente es de 88%¹⁵) y alcanzar este mismo nivel de tratamientos en el 75% de las aguas servidas rurales (estimado hoy en 54%). Las aguas superficiales tratadas, en vez de ser vertidas a los cauces naturales, como es la norma en la actualidad, y para asegurar su utilización segura en riego agrícola y municipal según normas de salubridad de la OCDE, deberían estar sometidas a un tratamiento terciario, en proporciones variables según las cuencas, y con redes de distribución independientes; las inversiones requeridas se realizarán en forma paulatina, con una tasa de crecimiento anual estimada en 5%, por un total de US\$ 1.888 millones en el periodo de análisis.

¹⁵ Actualmente hay un 22% de las aguas servidas urbanas cuya disposición corresponde a su eliminación en el mar, a través de emisores submarinos, sin ningún tratamiento.



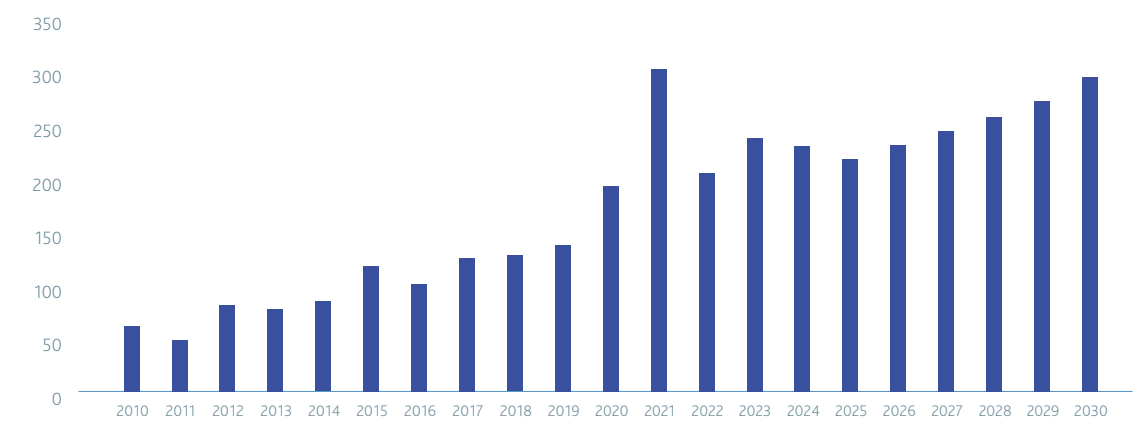
Tabla 1.8: Inversiones (US\$ millones) en agua potable y saneamiento urbanos 2020 – 2030.

Región	Empresa	Ciudad	Obra	Monto MM US\$
XV	Aguas del altiplano	Arica	Desalinizadora	54,2
II	Aguas Antofagasta	Antofagasta	Desalinizadora	94,2
III	Agua de Mar de Caldera	Copiapó, Caldera, Tierra Amarilla y Chañaral	Desalinizadora	250
IV	Aguas del valle	Coquimbo	Desalinizadora	26,8
V	Esva	Gran Valparaíso	Nuevos tranques, pozos, estanques, conducciones, traslado de agua en camiones aljibe y arriendo de derechos de agua. Tubería reversible entre embalse Los Aromos y la planta de agua concón.	52,5
XIII	Aguas Andinas	Gran Santiago	Expandir las capacidades de almacenamiento de piscinas.	1120
VII	Aguas Nuevo Sur	Curicó, Talca y Linares	Microembalses	13,4
VIII	Essbio	Gran Concepción	Diversas obras	258,5
IX	Aguas Araucanía	Padre Las Casas, Cunco y Pucón	Plantas de saneamiento y estanques	6,7
XII	Aguas Magallanes	Punta Arenas	Agua potable y saneamiento	12
				1888,3

Fuente: Andess A. G.

En el Gráfico 1 se ilustra la evolución de las inversiones en sistemas de agua potable y saneamiento urbanos:

Gráfico 1.1: Inversiones proyectadas por las empresas sanitarias (US\$ millones)



Fuente: Andess A. G.

Otro objetivo planteado por la industria es la reducción en 50% de la proporción de agua potable producida que no es posible facturar a los usuarios; el logro de este objetivo representa una inversión que está incluida en el monto total considerado por Andess.

El agua potable no facturada por la industria se estima hoy en 32%; las principales causas de esta diferencia entre volúmenes producidos y volúmenes facturados son:

- Las pérdidas de agua en el proceso de distribución, por fallas en los sistemas de conducción, producto de la obsolescencia de las tuberías y por programas insuficientes de mantenimiento de las redes hidráulicas.
- El robo de agua por segmentos de la población.

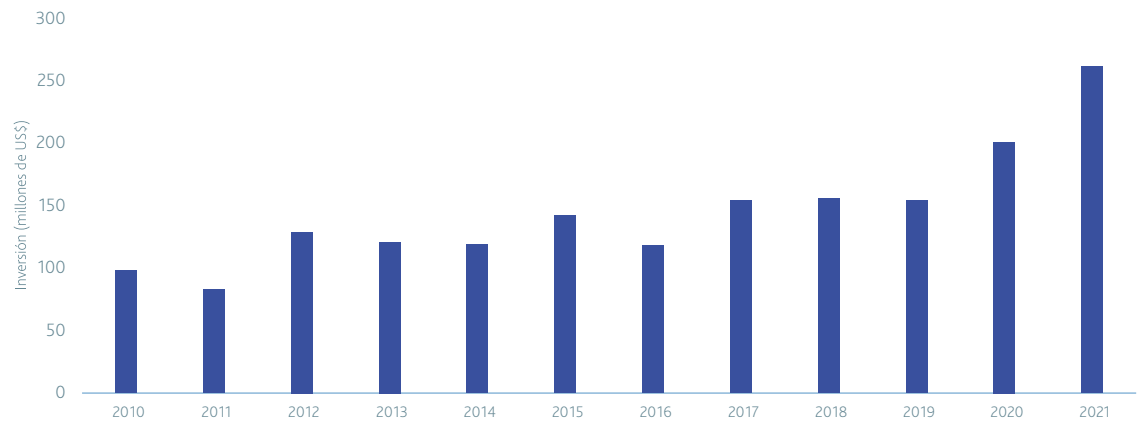
Agua potable rural

El análisis de la información del Censo 2017 concluye que 383.204 viviendas en Chile eran carentes de agua potable. En el mundo rural, el 47,2% de la población se abastece de pozos, ríos, vertientes, esteros o camiones aljibes. Adicionalmente, la encuesta Casen 2017 presenta un aumento en la carencia de servicios básicos desde el año 2015 al 2017. La población rural sin abastecimiento formal tiene acceso a agua a través de las siguientes fuentes informales:

- Agua superficial (río, vertiente, estero o lago)
- Subterránea (pozos)
- Camiones aljibes, en aquellos casos en los cuales no hay fuentes superficiales o subterráneas disponibles.

A la fecha, principalmente a través de iniciativas y financiamiento estatal, en el programa de Agua Potable Rural, se ha dado cobertura de servicio a un 53% de la población rural (1,8 millones de usuarios). En el gráfico a continuación se exhibe la evolución de los fondos de financiamiento que ha invertido el Estado en el Programa de Agua Potable Rural.

Gráfico 1.2: Evolución de las inversiones del Estado en Agua Potable Rural (US\$ millones)



Fuente: MOP.

Con respecto a las inversiones en Agua Potable Rural, la Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile AG (2021)¹⁶ ha estimado el siguiente desglose de inversiones para el próximo decenio:

¹⁶ Plan de inversiones programa agua potable rural. AIC, 2021.

Tabla 1.9: Estimación de inversiones para el próximo decenio en materia de APR

Ítem	MMUSD
Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseño	33,6
Infraestructura	2.200

Fuente: elaboración propia en base a AIC.

Estos montos implican en promedio una inversión anual cercana a los MMUSD 220, lo que es un 25% superior a la ejecución del programa para 2021. Cabe destacar que los montos de inversión en este ítem han visto un aumento de un 100% en la última década y un 30%, solamente, desde el 2019 al 2020, esperándose, y en concordancia con la escasez hídrica, que sigan en aumento.

Saneamiento de aguas servidas

La industria sanitaria ha invertido desde el año 2000 un total de US\$ 2.000 millones en el saneamiento secundario del agua servida, después de su uso urbano. El destino de estas aguas tratadas es su emisión hacia los cauces naturales y su posterior reuso para riego agrícola. Esta labor cubre al 99,85% de la población que cuenta con red de alcantarillado. Sin embargo, un 22% de las aguas servidas urbanas tienen como único tratamiento la descarga directa al mar, mediante emisores submarinos. El tratamiento de aguas servidas no incluye los procesos terciarios, en la definición de la OCDE¹⁷, que permitiría su uso seguro desde el punto de vista sanitario, para el riego agrícola.

En el caso de las aguas servidas producidas por la población rural, la cobertura de tratamiento es de 54,8% y es realizada por las Cooperativas de Agua Potable Rural. Se estima que en el periodo de análisis esta cobertura alcance al 75% del total de aguas servidas rurales, solo con niveles primarios y secundarios.

Si el total de las aguas servidas del país, incluyendo tanto aquellas de origen urbano como rural, recibieran un tratamiento sanitario primario, secundario y terciario, que las habilitara para su uso en riego agrícola, municipal y algunos usos industriales, de acuerdo con las normas sanitarias internacionales, podría disponerse de 1.180 Hm³/año, equivalentes al riego de 157.200 hectáreas (14,3% de la superficie agrícola regada actualmente). A nivel mundial, solo Israel tiene un nivel de tratamiento para el 85% de sus aguas servidas, seguido por España, con un 23%. Es importante tener presente esta realidad, pues se ha postulado que el reúso de las aguas servidas tratadas podría ser un aporte relevante para lograr una adaptación integral del país a la situación de sequía.

La infraestructura para extraer y conducir las aguas servidas después de su tratamiento terciario, con fines de riego de cultivos agrícolas, se estima en US\$180 millones para el periodo de análisis. Estas inversiones han sido estimadas considerando que en el decenio se implementará el tratamiento terciario de un 10% del total del agua servida (118 Hm³/año), principalmente en la periferia de diversos centros poblados de entre 50.000 y 150.000 habitantes. Durante este decenio no se consideran inversiones en este ítem para las grandes ciudades, ya que no hay superficies de terreno cercanas a éstas, que estén disponibles para la instalación de las piscinas de infiltración necesarias para el tratamiento terciario.

¹⁷ Claves para la gestión de aguas residuales. Fundación Chile. 2018.

Sector industrial

Utilizando la información disponible¹⁸, se ha proyectado un incremento en la demanda de agua con fines industriales de 276 Hm³ para el periodo. Se estima que la demanda de agua por la industria se satisface hoy en un 70% de agua potable producida por las empresas sanitarias y un 30% proviene de aguas subterráneas extraídas de pozos que son propiedad de las mismas industrias, proporción que se mantendría sin variaciones en el periodo. Las inversiones promedio anuales estimadas para el incremento de la demanda en el periodo de análisis serían cercanos a los US\$ 49 millones.

Minería

Utilizando la información disponible¹⁹, se ha estimado que el incremento anual en la demanda de agua con fines de producción minera será de 20,3% entre 2022 y 2031. La matriz de utilización de agua por la actividad minera se verá modificada significativamente, gracias a inversiones que las empresas mineras han incluido en sus presupuestos de inversión. Así, la demanda por aguas continentales (agua dulce) disminuirá un 3%; la demanda por agua de mar desalinizada se casi duplicará en el periodo y la demanda por agua de mar sin desalinizar y que se incorpora a una estrategia de minería cíclica o de reutilización, aumentará en 25,5%. También se considera la utilización de aguas servidas tratadas en faenas mineras ubicadas en algunas cercanas a ciudades. Las inversiones requeridas para la transformación de la matriz hídrica en la minería corresponden a US\$ 250 millones anuales.

Sector agrícola

Atendido el hecho que la agricultura es el principal consumidor del recurso agua (del orden del 75% a nivel país), el impacto de la incorporación de tecnologías de riego eficientes permite liberar una cantidad significativa de agua para satisfacer la demanda de las diferentes actividades humanas que requieren del insumo agua.

Las eficiencias que pueden alcanzarse, de acuerdo con las experiencias obtenidas a nivel mundial, y también en nuestro país, son del orden de 80%, al comparar un predio regado en forma tradicional con uno que haya incorporado estos sistemas. En Chile, desde hace 40 años, se ha avanzado en programas de fomento a las inversiones en riego y drenaje desde el Estado, a través de la Comisión Nacional de Riego y del Programa de Riego del INDAP, para implementar el cambio de los sistemas de regadío agrícola, a través de cofinanciamiento de proyectos específicos de riego tecnificado, que elaboran y desarrollan empresarios del sector agrícola.

El presupuesto nacional ha considerado inversiones por sobre los US\$ 100 millones anuales para el fomento de la tecnificación de riego y como contraparte, el sector privado aporta del orden de un 30% adicional, en formato de cofinanciamiento. Al revisar el registro histórico de CNR respecto de las inversiones realizadas en el marco de este programa, se deduce que dicho monto podrá cubrir del orden de 14.000 hectáreas nuevas anuales bajo riego tecnificado, de las cuales 9.000 hectáreas corresponden a nueva superficie bajo riego.

En la tabla siguiente se exhiben los datos de cofinanciamiento que ha desarrollado el Estado en los años que se indican y su distribución:

¹⁸ Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. MOP. 2017

¹⁹ Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2020 -2029, 2020; Consumo de agua en la minería del cobre al 2019; Proyección de consumo de agua en la minería del cobre; Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2020-2031.

Tabla 1.10: Montos anuales de bonificación CNR

Año	Bonificación MM USD	Inversión MM USD	% Bonificación
2015	59	85	69%
2016	59	84	71%
2017	76	105	72%
2018	75	106	70%
2019	80	116	70%
2020	81	117	69%

Fuente: CNR.

A partir de 2022, se sugiere que el monto que se asignaría anualmente al fomento de tecnificación de riego ascenderá a unos US\$ 110 millones, los que, en conjunto con la inversión privada, podrían alcanzar los US\$ 1.571 millones aproximadamente, para el plazo de evaluación de este informe.

Adaptaciones agronómicas

Se consideran inversiones que buscan disminuir el consumo de agua de los cultivos agrícolas, a través del cambio de especies y variedades más adaptadas a condiciones de sequía. El esfuerzo en este sentido está ligado a actividades de investigación y desarrollo, tanto en nuevos tipos de cultivo como también en relocalización geográfica de éstos, ante el nuevo escenario climático. Se requiere de un programa nacional de investigación agrícola con este objetivo, con un componente menor en infraestructura, pero con importantes inversiones en formación de recursos humanos y gastos de operación. No existe información suficiente de los montos asociados a este requerimiento, pero se estima como mínimo una inversión anual promedio de US\$10 millones.

Para el segmento de usuarios agrícolas del recurso agua, la estrategia que debiera seguirse implica tanto inversiones para impulsar la oferta, como también para fomentar la eficiencia de riego, y con ello optimizar el vector demanda.

Incremento en la oferta

En términos de incrementar la oferta se consideran las inversiones en construcción de nuevos embalses por un total estimado de US\$ 600 millones para los embalses Punilla y La Palma para el periodo 2022–2031. Para la habilitación operativa de estos embalses se considera una inversión adicional de US\$ 300 millones en canales matrices, estructuras de división y control de caudales y otras obras de infraestructura a nivel de las respectivas cuencas hidrológicas.

Tabla 1.11. Listado de embalses que podrían estar construidos al 2031

Embalses:	HM ³	M UF	MM USD
La Punilla	625	12.799	480
Las Palmas	55	3.200	120
TOTAL	680	15.999	600

Fuente: MOP.

Por otro lado, la construcción de embalses prediales individuales o compartidos entre predios vecinos, para almacenamiento nocturno o de fin de semana, con una inversión total de US\$ 80 millones en el periodo 2022–2031. No se incluyen en este análisis inversiones en infraestructura de trasvase inter-cuencas, ya que, según lo explicado, no parece factible que éstas se inicien durante el periodo de análisis.

La inversión en sistemas de infiltración de aguas invernales a los acuíferos estará condicionada a la información, hoy casi inexistente, de la dinámica hidrogeológica de cada cuenca, ya que se estima que los eventuales puntos de extracción del agua infiltrada posiblemente se encontrarán a distancias considerables de los puntos de infiltración, por lo cual la propiedad de los derechos de aprovechamiento de estas aguas es incierta.

Infraestructura de protección ante inundaciones

El Plan de Invierno 2021 del MOP, resultante de la implementación del Decreto 434, involucra una inversión nacional de más de US\$215 millones para obras de mitigación, limpieza y mejoras en la infraestructura de quebradas, colectores y cauces. Estos trabajos se están replicando en todo el país y forman parte de un plan que considera US\$101 millones anuales en obras de control aluvional, cauces y colectores, para proteger a la población.

Atendida la orografía de nuestro país, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP se preocupa de desarrollar diversos proyectos destinados al control de aluviones e inundaciones, en todo el país. La DOH desarrolla varios tipos de estudios y obras en los cauces naturales (ríos, esteros y quebradas):

- Estudios: Planes de Manejo de Cauces, Definición de Zonas de Riesgo, etc.
- Proyectos Específicos: Diseño y Ejecución de obras fluviales y de control aluvional.
- Conservación: Programa de Conservación que contempla anualmente intervenciones en riberas y lechos de cauces de todas las regiones del país.

Inversiones relativas al drenaje de aguas lluvias urbanas, a las defensas fluviales y al control aluvional:

- En las áreas urbanas, los déficits en seguridad hídrica se determinan en los Planes Maestro de Aguas Lluvia del MOP, que definen la red primaria de drenaje en las principales ciudades del país.
- En relación con la protección contras las inundaciones fluviales, la situación se caracteriza por la ausencia de un diagnóstico general que permita disponer de una visión completa de la situación actual.
- Respecto del control aluvional, se han preparado planes y construido obras en 12 comunas del país.



Tabla 1.12. Necesidades de inversión en drenaje de aguas lluvias urbanas, obras fluviales y de control aluvional (US\$ millones)

Tipos de obras	Inversión anual 2022-2031
Drenaje Aguas Lluvias	155,5
Obras fluviales	45,4
Control aluvional	15
Total	215

Fuente: Plan de invierno MOP, 2021.

Otras inversiones en infraestructura complementaria para aumentar la eficiencia en la gestión del agua y el actual

Red de monitoreo y datos hidrometeorológicos

Un proyecto que debe ser considerado en este análisis dice relación con el despliegue de sistemas de monitoreo y recolección de datos hidrometeorológicos que incorporen tecnología de última generación. En el escenario de sequía que se enfrenta, el conocimiento detallado y oportuno de estas variables resulta indispensable para optimizar la gestión adecuada de los recursos hídricos disponibles.

Si bien es cierto que existen estaciones de monitoreo en operación en diversas partes del país, lo más importante es invertir en capacidades de procesamiento de grandes cantidades de información en tiempo real, que harán ampliamente utilizable los datos que se capturan.

En la situación actual, donde existen mediciones, aunque limitadas, de las variables caudales de río, evapotranspiración y otros, esta información debe profundizarse y complementarse con variables del tipo calidad de agua, nivel de napas subterráneas, evolución de glaciares, y dinámica de la distribución de agua en los canales principales.

Por todo lo anterior, resulta indispensable desarrollar proyectos de inversión, ojalá integrales, para dotar al país de estas capacidades de captación y procesamiento de información hidrológica, para enfrentar cuantitativamente la gestión del recurso hídrico, en los escenarios de sequía que se observan y proyectan. Se considera necesario una inversión anual de US\$ 25 millones para dotar al país de la red descrita en este ítem.



Escenarios de sequía alternativos

Las inversiones listadas en los puntos anteriores suponen un escenario de sequía que se mantendría estable durante el periodo de análisis. Sin embargo, diversos estudios científicos²⁰ han definido escenarios probables de agudización del fenómeno, que obligan a considerar el impacto sobre las inversiones, en caso de que estos escenarios lleguen a producirse²¹. Como se explicitó anteriormente, aún en escenarios de agudización de la sequía, el consumo de agua potable y saneamiento, así como el consumo industrial y minero tendrían incrementos poco significativos sobre la demanda total; la adopción de los caudales ecológicos tendría que aumentar su ritmo de implementación, por la importancia de mantener los flujos indispensables para la mantención de la biodiversidad en los cauces naturales. La única actividad que disminuiría su demanda hídrica es la Agricultura.

En la situación de sequía estable (mantención de las precipitaciones en el nivel del año 2020) la superficie agrícola regada se reduce en las cuencas de la Macrozona Norte, por abandono de áreas, pero el total nacional se incrementa en 90.000 hectáreas, con la inversión de US\$ 890 millones entre aportes del Estado (Ley 18.450) y cofinanciamiento privado de los beneficiados con esta ley.

En el escenario de sequía intensa, caracterizada por una disminución de 2% anual de las precipitaciones en las cuencas de la Macrozona Norte y 1% anual en las cuencas de la Macrozona Central, la superficie regada tendría una contracción a nivel país de 45.783 hectáreas (6,41%) y una disminución en la demanda hídrica agrícola de 406 Hm³/año (6,92%).

En el escenario de sequía más extremo, caracterizada por una disminución de 4% anual de las precipitaciones en las cuencas de las Macrozona Norte, 2% anual en la Macrozona Central y 1% en la Macrozona Sur, respectivamente, la superficie regada se contraería en 114.738 hectáreas (16,03%) y una disminución en la demanda hídrica de 1.100 Hm³/año (16,71%).

Estos escenarios alternativos no modifican las inversiones en infraestructura crítica para el desarrollo relacionados con los recursos hídricos, a menos que se establezca una política de Estado diferente a la actual, que asigne recursos económicos especiales para modificar la matriz hídrica nacional, lo que parece poco probable que ocurra en el periodo de análisis.

²⁰ Present-day and future climate over central and South America according to CMIP5/CMIP6 models. 2021. Geusep Ortega, Paola A. Arias, Juan C. Villegas, Pablo A. Marquet, Paulo Nobre. International Journal of Climatology. Vol. 41(6): en prensa. Texto disponible en <https://doi.org/10.1002/joc.7221>

²¹ Anexo 15, Radiografía del Agua en Chile. Fundación Chile. 2018.

Resumen de inversiones

De esta manera, resumiendo los ítems de inversión anteriores, se identifican US\$ 12.342 millones como requerimientos para los distintos sectores y usos del recurso hídrico en el país.

Tabla 1.13: Resumen de inversiones por tipo de requerimiento (US\$ millones)

ÍTEM	2022-2026	2022-2031
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	2.275	4.302
Agua potable urbana	1.118	1.888
Agua potable rural	1.117	2.234
Saneamiento de aguas servidas	40	180
USO INDUSTRIAL	244	489
MINERÍA	1.250	2.500
USO AGRÍCOLA	945	2.651
Riego tecnificado	786	1.571
Adaptaciones agronómicas	47	100
Incremento en la oferta	112	980
INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN ANTE INUNDACIONES	1.075	2.150
RED DE MONITOREO HIDROGEOLÓGICO Y CONTROL	125	250
TOTAL	5.914	12.342

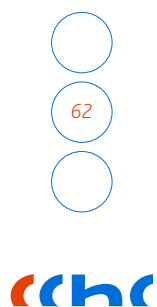
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, ponderando con distintas variables según el tipo de requerimiento (población, cantidad de cuencas, superficie agrícola, entre otras) podemos estimar la desagregación regional de las inversiones.

Tabla 1.14: Desagregación regional de inversiones 2022-2031 (US\$ millones)

Región	Agua potable y saneamiento	Uso industrial	Minería	Uso agrícola	Infraestructura de protección ante inundaciones	Red de monitoreo hidrogeológico y control
I	85	8	205	3	42	12
II	153	12	1.290	6	76	22
III	70	7	300	47	35	22
IV	185	16	159	181	92	22
V	433	48	163	208	217	20
VI	219	22	262	510	110	6
VII	250	28	-	731	125	16
VIII	368	55	-	218	184	24
IX	224	26	-	120	112	18
X	197	24	-	11	98	16
XI	24	4	-	7	12	20
XII	39	6	-	47	20	20
XIII	1.796	215	115	332	898	8
XIV	90	12	-	20	45	8
XV	56	6	5	27	28	12
XVI	113	-	-	185	57	2
Total	4.302	489	2.500	2.651	2.150	250

Fuente: elaboración propia.





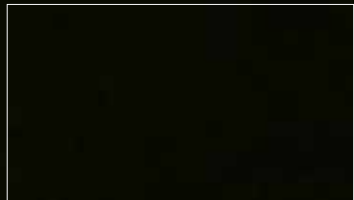
6

Recomendaciones de acción

- El proceso de sequía continua que afecta al país, y que se proyecta como una realidad para las próximas décadas, debe ser considerado como parte integral de las definiciones de requerimientos de inversión en infraestructura crítica para el desarrollo, porque la disponibilidad hídrica continuará disminuyendo, tanto por la reducción de las precipitaciones como por el aumento de la demanda de los sectores agua potable, minería, industria y caudales ecológicos.
- La prioridad nacional de inversiones en temas hídricos para el periodo 2022 – 2031 es el aseguramiento del agua potable para el 100% de las poblaciones urbanas y rurales del país y el saneamiento de las aguas servidas con tratamientos adecuados para su reúso como agua de riego agrícola y municipal, para el 100% y 75% de la población, respectivamente. Para lograr este objetivo se requiere inversiones para reducir en un 50% el actual volumen de agua potable no facturada, ampliar las fuentes y redes de agua potable rurales, para eliminar el actual sistema de abastecimiento de agua potable con camiones aljibes, así como implementar el tratamiento terciario de las aguas servidas para cumplir con los estándares sanitarios de OCDE.
- La mantención de caudales ecológicos en las principales cuencas es también una prioridad, que se enfrenta a través de modificaciones en la asignación de los recursos hídricos a las diferentes actividades productivas y poblacionales, pero no involucra inversiones en infraestructura.
- El resultado del aumento en la demanda y la disminución de la oferta hídrica implica una reducción de la superficie agrícola regada en las macrozonas Norte y Central, la cual se vería parcialmente compensada con un aumento de la superficie regada de la macrozona Sur, la cual debiera concentrar la mayor parte de las inversiones en obras regionales de captación, almacenamiento y conducción de aguas. Se requiere entonces redefinir las prioridades actuales de inversión en obras regionales de infraestructura, que el Estado decida financiar.
- La agricultura regada requiere inversiones en equipamiento de sistemas de riego instalados en predios agrícolas, para aumentar la eficiencia promedio nacional del 50% actual a un 65% al final del periodo; asimismo se debe impulsar modificaciones agronómicas en la matriz productiva, con nuevas especies y variedades más adaptadas a un uso más eficiente del agua y la migración de áreas de cultivo hacia la macrozona Sur.







Capítulo 2

Energía

1

Resumen ejecutivo

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.

Por otra parte, el crecimiento de la demanda depende fuertemente del crecimiento económico del país, el que se ha visto fuertemente ralentizado debido a las crisis social-política y sanitaria que ha atravesado el país durante los últimos años. Producto de lo anterior, y 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 para suplir adecuadamente la demanda en los próximos 10 años. Lo anterior, en la medida de que se realice una transición energética responsable y se materialicen las inversiones que permitan expandir la capacidad de transmisión y el almacenamiento de energía.

Así, con el aumento de la demanda a nivel de transmisión y 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, constituyéndose en un factor habilitante del proceso de descarbonización en el marco de las metas para el país de lograr la carbono neutralidad al 2050, en beneficio de un sistema eléctrico seguro y resiliente frente a los potenciales efectos del cambio climático.

Relacionado a lo anterior, se hace complejo adelantar los actuales planes de descarbonización, teniendo en consideración la cartera de proyectos actual, en que predominan los proyectos solares y eólicos, que son de generación variable e intermitente. A lo anterior se suma que, dados los costos marginales actuales en que no se internaliza la intermitencia de la generación renovable, los proyectos de generación hidráulica se han vuelto poco rentables y una parte importante de éstos están paralizados. Y también se tiene una situación compleja en el gas, en que, debido a la estrechez hídrica, ha habido un aumento de demanda, dificultades logísticas y un consecuente aumento de precio, a lo que se suma que no se vislumbran grandes proyectos en el horizonte más próximo. Sumado a lo anterior, la capacidad de transmisión actual no permite transportar la totalidad de la energía renovable desde las fuentes de generación renovable de la zona norte del país hacia los grandes centros de consumo, lo que es imprescindible ante un escenario de ausencia de generación con combustibles fósiles.

En ese sentido, diversos estudios señalan que, en el contexto actual de escasez hídrica y estrechez de generación, al año 2025 el sistema eléctrico no estará preparado para cerrar la totalidad de las centrales a carbón, y menos para prescindir en 2030 de la generación en base a combustibles fósiles, fundamentalmente porque no hay tiempo suficiente para el desarrollo de todas las nuevas obras necesarias. Por tanto, los legisladores deberán situar la descarbonización en un horizonte de tiempo que permita la operación segura del sistema eléctrico y el desarrollo de



las obras necesarias. Lo anterior, considerando que cualquier proyecto de ley de descarbonización no puede establecer metas simplemente dejando al mercado toda la responsabilidad de adaptar el sistema eléctrico, sino que también debe hacerse cargo de hacer factible este inmenso desafío.

La Tabla 2.1 muestra la inversión en proyectos a futuro para el periodo bajo análisis. Adicionalmente, muestra el estado de avance de la brecha entre los años 2018 y 2020, considerando los requerimientos de inversión en el periodo 2018-2027.

Tabla 2.1: Proyectos a futuro en el SEN y avance brecha anterior (MMUSD)¹.

Tipo de requerimiento	Millones de dólares [MMUSD]			
	Avance brecha anterior		Proyectos a futuro	
	2018-2027		2022-2026	2027-2031
	Inicial	Avance 2018-2020		
Generación	5.228	7.181	8.250	
Transmisión	1.793	999	1.251	740
Distribución	1.938	515	572	712
Total	8.959	8.695	10.073	1.452

Fuente: Elaboración propia a partir de ICD 2018-2027, Asociación de Generadoras de Chile, Systep, CNE, CEN y CBC.

Como se señaló anteriormente, la actual configuración del sistema, considerando instalaciones existentes de generación 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 anterior² se identificó para el periodo 2018 – 2027 un requerimiento de inversión total de 8.959 millones de dólares, se espera que para el periodo 2022 – 2031 se inviertan alrededor de 10.241 millones de dólares en los segmentos de generación y transmisión y de 1.284 millones de dólares en distribución, totalizando 11.525 millones de dólares en los tres segmentos.

Los 8.250 millones de dólares considerados en el sector generación en la Tabla 2.1, corresponden fundamentalmente a la inversión asociada a los proyectos actualmente en construcción y aquellos en fases previas a su ejecución, pero con cronogramas de inversión definidos, de acuerdo con el Catastro de la Corporación de Bienes de Capital (CBC) al tercer trimestre de 2021, y con entrada en operación estimada para el periodo 2022 – 2026.

En cuanto a los requerimientos de transmisión, la brecha identificada en el informe anterior ascendía a 1.793 millones de dólares para el periodo 2018 – 2027. De la revisión realizada, para el periodo 2022 – 2031 se espera que se inviertan alrededor de 1.991 millones de dólares. El aumento se explica principalmente por la incorporación de la Megalínea HVDC Kimal-Lo Aguirre, recientemente adjudicada por el Coordinador Eléctrico al consorcio de ISA, Transelec y China Southern Power Grid International (HK), con una inversión que ascendería a los USD 1.480 millones y con fecha de entrada en operación estimada para el mes de diciembre de 2028.

Finalmente, los requerimientos de inversión a nivel de distribución para el periodo 2018 – 2027 ascendían a 1.938 millones de dólares en el informe anterior. De la revisión realizada, se espera que se inviertan alrededor de 1.284 millones de dólares en el periodo 2022 – 2031.

¹ Los valores del estado de avance de la brecha no son totalmente comparables con la brecha inicial del periodo 2018 – 2027 del Informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018 – 2027, ya que las metodologías utilizadas en ambos informes difieren en cuanto a las fuentes de información consultadas.

² Infraestructura crítica para el desarrollo 2018 – 2027. Cámara Chilena de la Construcción.


2

Reseña del sector

El sector eléctrico en Chile

La red de energía eléctrica chilena está organizada en tres sistemas independientes. De norte a sur, se encuentran el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y dos sistemas de tamaño mediano en el extremo sur del país: Sistema de Aysén (SEA) y Sistema de Magallanes (SEM). El SEN está compuesto por los antiguos sistemas Interconectado Central (SIC) e Interconectado del Norte Grande (SING), los que están físicamente interconectados desde fines de noviembre de 2017.

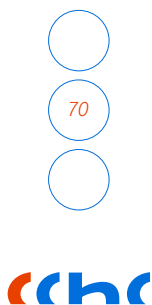
Figura 2.1: Características de los sistemas eléctricos de Chile

		Capacidad instalada (ago-2021)	Generación eléctrica	Demanda (Ventas mensuales)	Población (CENSO 2017)
SEN Sistema Eléctrico Nacional		28.495 MW	6.516 GWh (abr-2021)	6.450 GWh (mar-2021)	17.304.312
		99,3%	99,4%		98,5%
SEA Sistema de Aysén	Aysén	68 MW	13 GWh (dic-2020)	11,1 GWh (dic-2020)	103.158
		0,2%	0,2%		0,6%
SEM Sistema de Magallanes	Magallanes	120 MW	25 GWh (dic-2020)	25,8 GWh (dic-2020)	166.533
		0,4%	0,4%		0,9%

Fuente: Elaboración propia a partir de Generadoras de Chile, Systep, CNE, CEN e INE.

El sistema SEN es el de mayor envergadura ya que, a agosto de 2021, cuenta con una capacidad instalada de 28.495 MW, concentrando cerca del 99,3% de la capacidad instalada de generación. El 53,3% de la capacidad instalada corresponde a fuentes renovables (24,0% hidráulica; 17,8% solar; 9,9% eólico; 1,5% biomasa; y 0,2% geotérmica) mientras que el 46,7% corresponde a fuentes térmicas (17,8% carbón, 17,6% gas natural y 11,3% petróleo). Por su parte, los otros dos sistemas medianos en la región sur del país tienen aproximadamente 188 MW de capacidad instalada.

La actual legislación eléctrica, se ha diseñado con el objeto de organizar el mercado eléctrico nacional siguiendo un modelo de prestación de los servicios eléctricos a través de empresas privadas que operan tanto en mercados competitivos, como en segmentos no competitivos sometidos a regulación de precios y de calidad de suministro.



Dentro de los avances normativos, se encuentran el reconocimiento de la existencia de competencia en generación y monopolios en los sectores de transmisión y distribución. La normativa ha hecho uso de una metodología marginalista para fijar tarifas, definiendo la existencia de precios regulados y precios libres según el nivel de consumo. Estos avances se han realizado con el fin de asegurar la eficiencia económica, seguridad, calidad, suficiencia, y sustentabilidad social y medioambiental del suministro eléctrico.

Bajo esta visión, se han definido diferentes segmentos o ámbitos de actividad en algunos de los cuales se privilegia la libertad de emprendimiento y el establecimiento libre de los precios cuando las condiciones naturales de los mercados lo permiten, mientras en otros segmentos, en los cuales se verifica la existencia de monopolios naturales, se aplican regulaciones tendientes a simular condiciones de precios y calidad similares a los que se obtendrían en condiciones de competencia³.

Así, 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

³ Infraestructura crítica para el desarrollo (ICD) 2020. Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

3

Situación actual y diagnóstico

Generación en el sistema eléctrico nacional

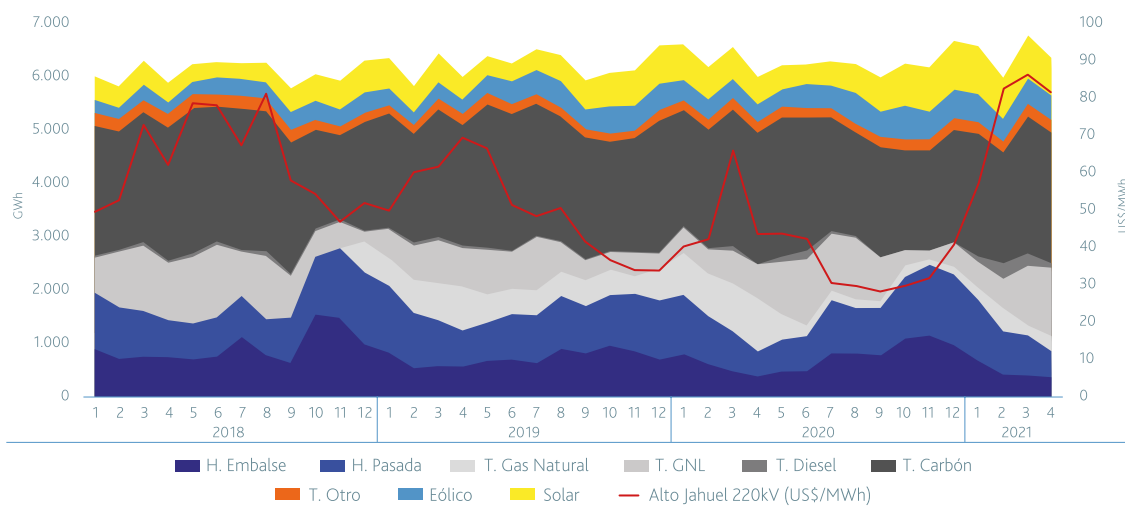
La generación corresponde a la fase de producción de la cadena de suministro eléctrico, a través de distintas tecnologías tales como la hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica, solar, entre otras. En Chile, este segmento se caracteriza por ser un mercado competitivo en el que varias empresas generadoras 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 SEN es un sistema hidrotérmico, en el que las fuentes renovables han ido adquiriendo cada vez mayor participación. El mayor aumento lo han tenido las tecnologías solar fotovoltaica y eólica, que han aumentado drásticamente pasando en conjunto de un 0,5% en 2011 a un 17% en 2020. Así, el 53,3% de la capacidad instalada corresponde a fuentes renovables (24,0% hidráulica; 17,8% solar; 9,9% eólico; 1,5% biomasa; y 0,2% geotérmica) mientras que el 46,7% corresponde a fuentes térmicas (17,8% carbón, 17,6% gas natural y 11,3% petróleo).

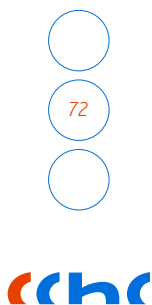
La Figura 2.2 muestra la energía generada en el SEN, por tipo de tecnología, además de la variabilidad de los costos marginales en los últimos meses, lo que se explica por las variaciones de demanda y, lo más importante, por las contribuciones relativas de diferentes tecnologías de generación. Permite observar las estacionalidades existentes en el SEN y permite observar también la relación directa entre la disminución de la generación hidroeléctrica y el aumento del costo marginal⁴.

Figura 2.2: Evolución de la energía generada en el SEN



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Systep y CEN.

⁴ Para mayor detalle sobre variabilidad de los costos marginales, ver Anexo 2.1.



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 desarrollo⁵.

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 inyección⁶. Este nuevo sistema de retribución para la transmisión se implementaría gradualmente, con un período de transición hasta 2034, empezando el 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 desacoplamientos en la transmisión en zonas específicas del sistema⁷.

⁵ Estas cuatro categorías se definen de la siguiente manera:

- 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 sólo 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.

⁶ Sin embargo, lo cierto es que el suministro de energía eléctrica conlleva costos de transmisión. Por tanto, la ubicación relativa entre las fuentes de generación y las cargas es un determinante del costo del

sistema. La falta de señal de localización lleva a que dos centrales idénticas en su tecnología y atributos de operación no tendrán señales de precios distintas, sin importar dónde operen o cuánto utilicen las redes. Sumado a lo anterior, las señales de localización se volverán cada más relevantes por los altos requerimientos de transmisión de las tecnologías intermitentes. En otras palabras, el diluir las señales de localización/uso de las redes puede llevar a un sistema más caro. Para un análisis más detallado, ver Competitividad en el Mercado Eléctrico Chileno: Análisis de Políticas y Normativas que Afectan la Eficiencia de Mercado y las Decisiones de Inversión. Cámara Chilena de la Construcción, 2021.

⁷ Mayor detalle en sección 3.4

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 sistema⁸, 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, en 2020, estos consumos equivalen al 61% del total de la demanda, mientras que el 39% restante corresponde a la demanda de clientes regulados⁹.

Tabla 2.2: Retiros (GWh) por tipo de cliente y región

Región	2018		2019		2020	
	Libre	Regulado	Libre	Regulado	Libre	Regulado
Arica y Parinacota	57	319	99	293	133	277
Tarapacá	1.807	492	1.973	456	1.996	454
Antofagasta	15.151	998	15.028	933	15.982	903
Atacama	3.766	516	3.604	478	3.689	447
Coquimbo	2.160	1.237	2.116	1.184	2.194	1.154
Valparaíso	2.699	3.082	2.701	3.003	2.489	2.925
Metropolitana	7.025	13.928	8.445	12.925	8.459	12.120
O'Higgins	2.651	1.776	2.756	1.686	2.948	1.650
Maule	891	1.717	1.083	1.634	1.169	1.626
Ñuble	167	692	238	674	235	678
Bío Bío	2.726	2.294	2.850	2.196	2.888	2.068
Araucanía	223	1.534	326	1.439	362	1.432
Los Ríos	227	638	277	608	311	594
Los Lagos	546	1.446	743	1.339	841	1.294
Total general	40.097	30.670	42.238	28.847	43.697	27.622

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Retiros de SysteP.

⁸ Reporte anual Coordinador (2016).

⁹ De acuerdo con datos de retiro de SysteP.

Licitaciones y contratos de suministro

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 2do 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.

Licitaciones para clientes regulados¹⁰

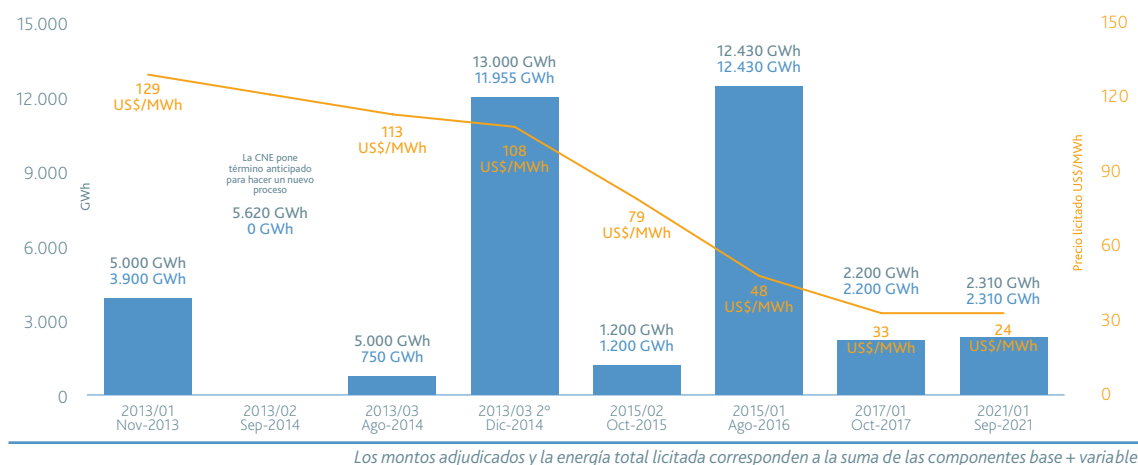
El 7 de septiembre de 2021 se realizó el acto de adjudicación de la licitación 2021/01, la primera realizada en los últimos 3 años y que se había postergado desde 2019, debido a una menor previsión de crecimiento de la demanda regulada. El monto licitado fue de 2.310 GWh/año separado en 3 bloques horarios. El inicio de suministro se definió para el año 2026 con una duración de 15 años, pero incluyendo una posible extensión por hasta 3 años al incorporarse el denominado “periodo complementario”¹¹, el que busca dar mayor certeza a los suministradores.

El proceso de licitación fue exitoso, permitiendo adjudicar la totalidad de la energía licitada al precio más bajo para clientes regulados desde que se instauró el esquema de licitaciones en 2005 como se aprecia en la Figura 2.3.

¹⁰ Elaborado a partir de Reporte Mensual del Sector Eléctrico, septiembre 2021. SysteP.

¹¹ Bases de Licitación, punto 3.7, numeral a).

Figura 2.3: Resultados de licitaciones realizadas desde 2013 en adelante



El valor promedio adjudicado fue de 23,8 US\$/MWh, destacándose que la motivación de esta licitación era fundamentalmente reemplazar contratos que vencen entre los años 2024 y 2025, con precios promedio de 99,8 US\$/MWh y 74,2 US\$/MWh¹², respectivamente. Sin embargo, los efectos de los menores precios en tarifa final serán atenuados, por representar un bajo porcentaje del total de la energía regulada contratada y por el efecto de la reducción de la sobrecontratación para el año de entrada de la energía, pudiendo ser menor a un 5%.

De los resultados se aprecia una importante dispersión de los precios ofertados entre las 29 empresas ofertantes (que corresponden a 21 empresas matrices asociadas), siendo Enel Chile quién presentó el mayor número de ofertas individuales (550 ofertas), aunque no necesariamente con la mayor variabilidad de precios. Es importante notar que gran parte de las ofertas que estuvieron sobre el precio de reserva fueron por bloques de noche. Además, al igual que en procesos anteriores y por la metodología de adjudicación, existen casos de ofertas con precios menores al precio adjudicado que no fueron adjudicadas.

Entendiendo que el precio de reserva representa un límite superior de las expectativas de precios a futuro de la autoridad, parece existir cierta desconexión con los niveles de precios que vislumbran algunos de los participantes del mercado, y sobre todo con los riesgos que implica asumir un compromiso de suministro a largo plazo. Esto ha quedado en evidencia en el presente año, donde aun cuando tenemos una participación creciente de generación renovable, la coincidencia de ciertos eventos de baja probabilidad derivó en algunos meses con altos costos marginales, al punto de alcanzar un promedio de 122 US\$/MWh en julio de 2021 en Polpaico 220, niveles que no se veían hace 5 años. Esto es relevante para los suministradores, pues la metodología de los balances mensuales implica adquirir siempre en el mercado spot la energía requerida por las distribuidoras valorizada al costo marginal de cada punto de retiro, por lo que, si esto no se logra compensar adecuadamente, puede implicar una reducción temporal del flujo de caja percibido.

¹² Precios indexados a abril 2021 (CNE, Precio de Nudo Promedio Julio 2021).

No obstante, existe un efecto positivo de cortísimo plazo asociado a considerar un precio de reserva bajo, ya que esto permitió que existiesen un mayor número de combinaciones competitivas de ofertas factibles pero que cubren parcialmente la energía adjudicada. En efecto, si el precio de reserva nivelado hubiese sido mayor a 47,7 US\$/MWh otra combinación hubiese sido adjudicada en primera etapa a un precio mayor.

Las ofertas adjudicadas están respaldadas por nuevos proyectos solares fotovoltaicos y eólicos, a excepción de la oferta de Canadian Solar que incluye una componente de almacenamiento (BESS) complementaria a una central solar fotovoltaica, marcando un hito como la primera oferta con almacenamiento adjudicada en procesos de licitación para clientes regulados. Sin embargo, en la oferta administrativa no se mencionan detalles técnicos más allá de la potencia instalada de las baterías y el costo de inversión del proyecto, el cual parece estar desacoplado del costo de inversión de una solar con BESS, según valores internacionales.

Ahora bien, dado que toda la capacidad adjudicada no es necesaria, las empresas podrían ajustar sus proyectos. A modo de ejemplo, la Tabla 2.3 muestra 8 posibles proyectos nuevos que pueden sustentar las ofertas adjudicadas.

Tabla 2.3: Proyectos de generación ajustados a ofertas adjudicadas en licitación 2021/01

Central	Propietario	Tecnología	Potencia (MW)	Barra de conexión
Socompa Solar	Canadian Solar	Solar FV + BESS	100 (*)	Likanantai 220
Don Carlos	OPDEnergy	Solar FV	196	Nueva Maitencillo 220
Viendos del Lago		Eólica	125	Frutillar Norte 220
Dañicalqui		Eólica	68	Entre Ríos 220
San Andrés Eólico	EDP Renewables	Eólica	120	Río Malleco 220
Tres Cruces	Sonnex	Solar FV	116	Cumbre 220
Tagua Tagua		Solar FV	160	Polpaico 220
Colinas	Mainstream	Eólica	70 (**)	Hualqui 220
Total			956	

(*): Valor ajustado según energía adjudicada, valor original igual a 250 MW.

(**): Valor ajustado según energía adjudicada, valor original igual a 188 MW.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de System



A pesar de que las licitaciones se realizaron en un contexto de mayor incertidumbre política, regulatoria y económica desde el 2014 (nueva constitución, proyecto de portabilidad, descarbonización, menor crecimiento de la demanda, entre otros), el número de participantes y precios ofertados da cuenta de un proceso exitoso, indicando que varios oferentes estiman que la situación actual sólo sería una coyuntura temporal.

Sin duda, el sostenido éxito de las licitaciones impone un desafío al proyecto de ley de portabilidad eléctrica, de modo que la nueva figura del comercializador pueda acceder a los mismos niveles de precios, en caso de que la iniciativa avance y se implemente este nuevo esquema.

Otro aspecto que llama la atención son las posibles diferencias entre los escenarios y análisis que solicita la Comisión para el respaldo de las ofertas, y lo que se considera en el informe de clasificación de riesgo de las empresas. Actualmente no hay criterios mínimos únicos que permitan asegurar que los escenarios de análisis de la evaluación de riesgo son comparables entre distintos oferentes y clasificadoras, no siendo claro por ejemplo que se hayan tenido a la vista aspectos como niveles proyectados de costos marginales, otros posibles cargos (servicios complementarios, compensación por impuesto a las emisiones, entre otros), o la misma sobrecontratación de las empresas distribuidoras, más allá de los supuestos macroeconómicos generales que pueden diferir según la visión de quien realice el análisis. Incluso en algunos casos se aprecia información que no es totalmente consistente entre el informe de clasificación de riesgo y las ofertas finalmente presentadas por las empresas. Lo anterior, más el nivel de precio ofertado, pone una cuota de duda sobre la viabilidad económica de algunos proyectos que sustentan las ofertas. A futuro se podrían definir en las bases de licitación aspectos mínimos sobre los que se deben basar las clasificaciones de riesgo, de manera de hacer los informes más homologables.

Desde el 2014 los procesos de licitación han tenido un impacto importante en la composición del parque generador a futuro, pero sin que necesariamente el objetivo sea asegurar la complementariedad de las distintas fuentes de generación, o que existan los recursos técnicos suficientes para la operación segura y a mínimo costo del sistema, no sólo en condiciones normales de operación, sino que también ante eventos de baja probabilidad de ocurrencia. En ese sentido, en los nuevos proyectos de generación que se han viabilizado por las licitaciones realizadas desde 2014, se aprecia que casi un 90% de la nueva capacidad corresponde a generación renovable variable.

Teniendo en cuenta esto último, y dados los cambios que estamos transitando como país en términos de alcanzar una matriz energética cada vez menos contaminante, es importante una coherencia entre los lineamientos de corto y largo plazo. Por un lado, es de gran importancia tener precios competitivos de energía para los usuarios finales, para lo cual las centrales de generación renovable variable han sido un aporte fundamental, pero por otro lado es igual de importante identificar a tiempo las medidas, mecanismos y acciones que ayuden a viabilizar el objetivo de tener una matriz energética limpia, segura y flexible a largo plazo.

Mirando a futuro, es importante conciliar el rol de las licitaciones con el desarrollo de capacidad adicional que otorgue flexibilidad al sistema, sin necesariamente mezclar ambos instrumentos. Hay que tener en cuenta que las tecnologías que pueden aportar a la flexibilidad y complementariedad de la generación renovable variable a la fecha no son competitivas a nivel de precio de energía. Como país además tenemos desafíos adicionales que nos impone la geografía o el no contar, por ahora, con interconexiones internacionales, por lo que, a diferencia de otros mercados a nivel mundial, al menos por ahora la solución deberemos encontrarla localmente. Actualmente ya hay mecanismos que podrían ser utilizados para este fin, como las licitaciones definidas en el régimen de servicios complementarios (SSCC), lo que además se podría perfeccionar y profundizar mediante la creación de un nuevo producto de flexibilidad.

Principales hitos 2020-2021 y desafíos para los próximos años¹³

A pesar del COVID-19, los años 2020 y 2021 fueron años dinámicos y de discusiones relevantes en el sector energético nacional, las que probablemente nos acompañarán en lo que viene. Así, para el corto plazo se plantean grandes desafíos, principalmente por el lado tarifario, donde surgen interrogantes ante las medidas que se adoptarán por el agotamiento del PEC¹⁴ y la deuda acumulada en los servicios básicos. Otros desafíos se plantean bajo el contexto de la reforma de distribución, donde aún se encuentra en tramitación el proyecto de ley de Portabilidad Eléctrica, y falta la presentación de los proyectos de Recursos Energéticos Distribuidos y de Calidad de Servicio. Asimismo, en el marco de la Estrategia de Flexibilidad, aún está pendiente el nuevo reglamento de potencia.

Mientras, para el mediano plazo, se plantean desafíos también importantes, como son la aceleración del plan actual de descarbonización en el contexto de estrechez de generación en el Sistema Eléctrico Nacional, así como la puesta en marcha de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. En este sentido, a continuación, se presentan los principales hitos de los últimos dos años y cómo ellos constituyen desafíos para el corto y mediano plazo.

Aceleración del plan actual de descarbonización

En 2019 las principales empresas de generación eléctrica acordaron voluntariamente con el Ministerio de Energía retirar 1.047 MW (8 unidades) para 2024. A la fecha, estas empresas han ido actualizando sus planes, acordando retirar 3.561 MW (18 unidades) para 2025. Sin embargo, existen señales de diferentes actores que advierten dificultades en el retiro acelerado de las centrales a carbón. De hecho, producto de la escasez hídrica y de la estrechez de generación, este año el CEN evaluó la reincorporación de Ventanas I, pero finalmente la descartó; a ello se suma la recomendación de postergar la salida hasta 2023 de las centrales Bocamina II y Ventanas II, para evitar una crisis de abastecimiento¹⁵. Respecto a esta materia, se discuten en el Congreso dos proyectos de ley, uno que prohíbe las centrales de carbón para fines de 2025¹⁶ y otro que prohíbe desde 2030 la inyección de energía eléctrica proveniente de combustibles fósiles al Sistema Eléctrico Nacional¹⁷. Diversos estudios señalan que, en el contexto actual, al año 2025 el sistema eléctrico no estará preparado para cerrar la totalidad de las centrales a carbón, y menos para prescindir en 2030 de la generación en base a combustibles fósiles^{18,19,20}. Por tanto, los legisladores deberán situar la descarbonización en un horizonte de tiempo que permita la operación segura del sistema eléctrico.

¹³ Elaborado a partir de los Reportes Mensuales del Sector Eléctrico, diciembre 2020 y diciembre 2021. SysteP.

¹⁴ El Precio Estabilizado a Cliente Regulado (PEC) es un mecanismo transitorio de estabilización de precios de la energía eléctrica que considera un sistema de crédito (Fondo de Estabilización) financiado por las empresas de generación. Para mayor detalle, ver: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29458/1/BCN___Fondo_de_estabilizacio_n_de_precios_Rev_edPM.pdf

¹⁵ Estudio de seguridad de abastecimiento, período nov. 2021 – oct. 2022, CEN nov. 2021.

¹⁶ Proyecto de Ley: "Prohíbe la instalación y funcionamiento de centrales termoeléctricas a carbón en todo el país, a contar de la fecha que indica", ene. 2020.

¹⁷ Proyecto de Ley: "Promueve la generación de energía renovable", oct. 2021.

¹⁸ "Análisis y propuestas de una ruta de referencia para alcanzar cero emisiones netas en el sector de generación eléctrica en Chile", ACERA, sept. 2021.

¹⁹ "Análisis de la Operación y Abastecimiento del Sistema Eléctrico nacional de Chile en un escenario de retiro total de centrales a carbón al año 2025", CEN, sept. 2020.

²⁰ "Planificación Eléctrica de Largo Plazo 2023-2027 (preliminar)", Ministerio de Energía ago. 2021.

Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde

La oportunidad de desarrollar y ser pionero en la industria del H₂, con un precio estimado menor a 1.5 USD/kg, una capacidad de producción de 160 millones de toneladas al año, una reducción del 20% de emisiones de CO₂ para el 2050²¹, se presenta como un mercado de tamaño equiparable a la minería, tal como lo indica la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde²². Así, el desarrollo de la política pública en torno al H₂ considera metas para el año 2025 y 2030, apoyo financiero del Estado en inversiones extranjeras para desarrollar planes piloto, y acuerdos del sector público-privado, todo ello mediado en un plan de largo plazo a través de 3 etapas de expansión: la primera, el desarrollo de la industria local reemplazando el amoníaco importado y el hidrógeno gris utilizado en refinerías junto con el uso de este combustible en transportes de carga pesada y de largo alcance; la segunda incluye al transporte minero, camiones de ruta, combustible en redes de gas y la exportación del amoníaco a Europa, China, EEUU y Japón; finalmente, la tercera etapa plantea la exportación en masa de H₂ y metanol verde a mediados de 2035. El planteamiento de una estrategia a nivel país es una buena señal por parte del Estado para desarrollar nuevos negocios, sin embargo, el cumplimiento de las metas se condiciona a las inversiones de extranjeros en la materia, tendencia de otros países con potencial y desarrollo de normas para su uso en el transporte. Para los próximos años, se vislumbran desafíos tales como la puesta en marcha del primer camión minero que use H₂ como combustible, avances hacia el piloto del proyecto HIF en Magallanes y eventuales nuevas iniciativas de inversión en proyectos de hidrógeno verde.

• Avances

Bajo los lineamientos de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, lanzada en noviembre de 2020, el ejecutivo ingresó en diciembre de 2021 a la Cámara de Diputadas y Diputados un proyecto de ley²³ que busca impulsar un mercado nacional de hidrógeno verde, mediante el establecimiento de cuotas mínimas de distribución de hidrógeno verde en las concesionarias de distribución de gas natural, y la habilitación de ENAP para participar en su desarrollo. Fruto de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, a la fecha la Región de Magallanes ya cuenta con 4 proyectos de hidrógeno verde, donde entre los principales se encuentran "Haru Oni" de HIF, "NH Energy" de Austria Energy y "H₂ Magallanes" de Total Eren; el primero ya comenzó sus obras en septiembre de 2021, contempla una inversión de USD 51 millones y planea producir 350 toneladas de metanol y 130.000 litros de eCombustible hacia fines de 2022; por otro lado, el resto de los proyectos aún se encuentra en etapas preliminares de desarrollo.

²¹ Potencial de Chile en el desarrollo del H₂. Disponible en: <https://bit.ly/3pfSCAD>

²² Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde publicada por el Ministerio de Energía. Disponible en: <https://bit.ly/3rg9Uzk>

²³ Proyecto de Ley: "Promueve la producción y uso del hidrógeno verde en el país", dic. 2021.





Subastas de Servicios Complementarios (SSCC)

El nuevo régimen de SSCC comenzó a inicios del año 2020 con la realización de licitaciones o subastas para su prestación. Los resultados esperados se ligaban directamente a que, en condiciones de competencia, los precios de estos servicios registrarían una tendencia a la baja, tal como venía ocurriendo en los años anteriores: en el año 2018 el costo total de SSCC alcanzó \$16.339 millones, y en 2019, \$13.570 millones²⁴. Sin embargo, tras la implementación del nuevo régimen, el monto aumentó en torno al 250%, alcanzando los \$47.516 millones, observándose subastas declaradas desiertas para las cuales aplicó el precio máximo. Como consecuencia, el Coordinador, decidió suspender en agosto las subastas de SSCC acusando falta de condiciones de competencia y desatando diversas opiniones desde diferentes actores del sector. Bajo este contexto, luego de la implementación de tres medidas tomadas por la CNE y cuatro llevadas a cabo por el Coordinador²⁵, el 14 de diciembre de 2020 se reanudó el proceso de subastas. Por su parte, la CNE modificó el cálculo del precio máximo y de medidas de mitigación, eliminó el costo de oportunidad en las ofertas y dejó de considerar la simetría en CPF²⁶. A su vez, el Coordinador trabajó en determinar la dinámica de reservas del CSF²⁷ y CTF²⁸, aumentar la cantidad de bloques de subastas (de 3 a 5), cambiar los horarios para otorgar mayor tiempo para las ofertas, fijar el precio máximo como oculto y establecer que la oferta incluya solo precios-costos directos. De esto modo, el nuevo inicio del régimen de subastas de SSCC continuará bajo observación por parte de los diferentes participantes del sector, y susceptible a posibles modificaciones durante 2021, en la búsqueda de tener un mercado de SSCC más competitivo bajo una operación más segura y económica.

²⁴ Suspensión de Subastas de SSCC por parte del Coordinador. Disponible en: <https://bit.ly/2KTgoDr>

²⁵ Taller realizado por el Coordinador para anunciar reanudación de Subastas SSCC. Disponible en: <https://bit.ly/37HJoak>

²⁶ Control Primario de Frecuencia (CPF): Acción de control que permite modificar la potencia activa de instalaciones de generación y/o equipos, con el objetivo de corregir las desviaciones de frecuencia. Para mayor detalle, ver: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2017/05/Definiciones-SSCC.pdf>

²⁷ Control Secundario de Frecuencia (CSF): Acción de control destinada a restablecer la frecuencia del sistema a su valor nominal. Para mayor detalle, ver: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2017/05/Definiciones-SSCC.pdf>

²⁸ Control Terciario de Frecuencia (CTF): Acción de control destinada a restablecer las reservas del CSF. Para mayor detalle, ver: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2017/05/Definiciones-SSCC.pdf>

4

Progreso de la brecha 2018 – 2027 y situación actual

Progreso brecha 2018-2027

En el Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027 de la Cámara Chilena de la Construcción se realizó una estimación de las necesidades de inversión para dicho periodo, las cuales estaban marcadas por una reducción significativa en la infraestructura requerida para los últimos años. Al respecto, en esta nueva versión del Informe, y a partir de los catastros de inversión de la Corporación de Bienes de Capital (CBC), se estima el avance de la brecha entre los años 2018 y 2020, lo que se resume en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Avance brecha anterior

Tipo de requerimiento	Millones de dólares [MMUSD]	
	Avance brecha anterior	
	Inicial	Avance 2018-2020
Generación	5.228	7.181
Transmisión	1.793	999
Distribución	1.938	515
Total	8.959	8.695

Fuente: Elaboración propia a partir de ICD 2018-2027 y Catastros de Corporación de Bienes de Capital (CBC) de 4T-2018, 4T-2019 y 4T-2020.

Es importante señalar que los valores del estado de avance de la brecha no son totalmente comparables con la brecha inicial del periodo 2018 – 2027, ya que las metodologías utilizadas en ambos informes difieren en cuanto a las fuentes de información consultadas.

Para poder cuantificar el avance de las inversiones, se tomaron en consideración los catastros de la Corporación de Bienes de Capital (CBC) del 4T-2018, 4T-2019 y 4T-2020, en los que se detalla la magnitud de la materialización de las inversiones para cada uno de estos tres años, para proyectos de Generación, Transmisión y Distribución²⁹.

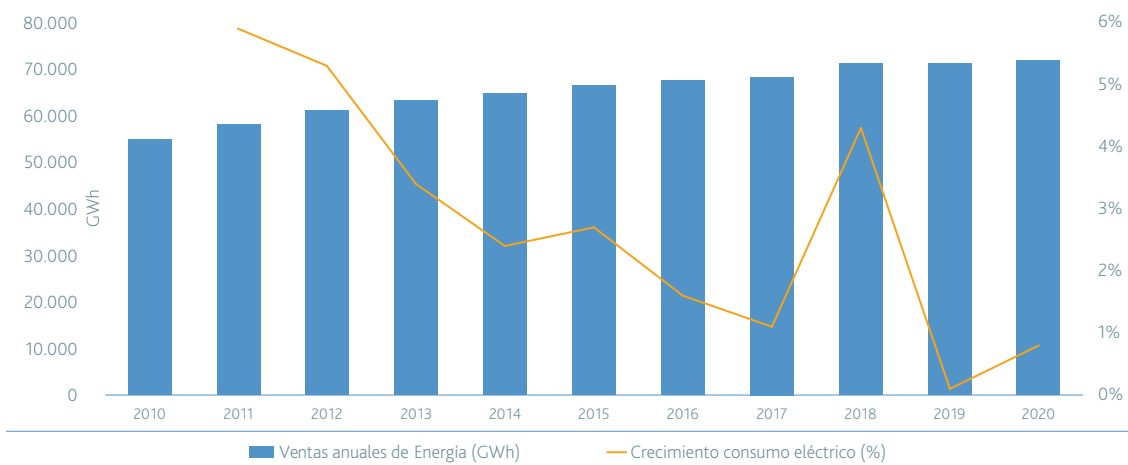
En lo que respecta a generación, se invirtieron aproximadamente 7.181 millones de dólares entre 2018 y 2020. En cuanto al avance de la brecha de transmisión, se invirtieron aproximadamente 999 millones de dólares en el periodo ya mencionado. Finalmente, en cuanto al avance de la brecha de distribución, se invirtieron aproximadamente 515 millones de dólares en el periodo de tres años.

²⁹ Catastro CBC sólo considera proyectos de inversión sobre los US\$ 5 millones. En ese sentido, el monto presentado es una cota inferior del avance de las inversiones en materia energética.

Demanda y capacidad instalada en 2020

El consumo del SEN para el año 2020 fue de 71.808 GWh/año, lo que implica una tasa de crecimiento anual promedio para los últimos 5 años de casi un 1,6% (ver Figura 2.4). 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 relacionado con las proyecciones de grandes proyectos industriales.

Figura 2.4: Evolución anual de las ventas de energía en el SEN



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Syste y CEN.



Recuadro 2.1: Demanda eléctrica durante el año de pandemia^{30,31}

La pandemia por COVID-19 ha tenido un efecto en diversos aspectos sociales y económicos, no siendo la excepción la demanda eléctrica. En este sentido, y de acuerdo con los balances mensuales publicados por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), la demanda eléctrica terminó el año 2020 con una tasa de crecimiento anual de 0,3%, lo que se contrasta con el 3,5% que esperaba el CEN para 2020 en su informe mensual de enero 2020.

En términos generales, los datos reales muestran una relación directa entre el número de habitantes afectados por restricciones de movilidad (cuarentena), el número de casos diarios de COVID-19, y la evolución de la demanda. Por ejemplo, en julio de 2020 las cuarentenas afectaron en promedio a casi 10 millones de personas, mes donde la demanda registró su mayor caída interanual (-4,4%), a lo largo del año. Del mismo modo, a medida que los casos nuevos se redujeron y se relajaron las restricciones de movilidad, la demanda comenzó nuevamente a tener crecimiento positivo, lo que permitió terminar el año con una tasa anual levemente positiva.

Ahora bien, si se analiza más en detalle por tipo de cliente, la demanda regulada registró tasas negativas (con respecto al

mismo mes del año pasado) a lo largo de todo el año, con un promedio anual de -4,2% y un valor mínimo de -9,0% en mayo. Por su parte, los clientes libres tuvieron un crecimiento anual de 3,4%, obteniéndose tasas negativas sólo para los meses de julio y agosto, de -3,5% y -0,4%, respectivamente.

A pesar de la contracción global de la demanda regulada, el impacto por región tuvo una alta variabilidad, siendo la Región Metropolitana la que agrupó un 44% de la demanda regulada del SEN, y que a su vez tuvo la mayor disminución en términos absolutos (-805 GWh/año), mientras que a nivel de tasa de crecimiento la región de Atacama experimentó el mayor descenso (-6,6%). A diferencia de la tendencia del SEN, la Región del Ñuble tuvo una tasa anual positiva de 0,7% y otras regiones alcanzaron tasas cercanas a cero, como las regiones de Tarapacá, del Maule y la Araucanía, con -0,4%, -0,4% y -0,5%, respectivamente.

En el caso de los clientes libres, la Región Metropolitana y la región de Antofagasta concentraron un 56% de la demanda libre. La región con mayor crecimiento fue la región de Antofagasta (954 GWh/año), polo de grandes faenas mineras. Por otro lado, la mayor tasa de crecimiento se observó en la región de Arica y Parinacota con 34,7%, primordialmente debido a los traspasos de clientes regulados a libres, impulsado por las mejores opciones de precio que

hay actualmente en el sector libre.

Por otro lado, si se analiza la demanda de clientes libres por sector económico, la minería concentró un 63% de la demanda con una tasa de crecimiento anual de 4,5%, la cual se vio principalmente potenciada por nuevos proyectos. En contraste, los sectores que experimentaron mayores reducciones durante 2020 fueron el comercial y público (-15,2%) y energético (-55,8%). Dada la magnitud de la demanda que representa la minería, se aprecia que el crecimiento de los clientes libres fue principalmente potenciado por dicho sector.

Si bien históricamente el consumo eléctrico ha mostrado una importante correlación con el crecimiento del PIB, durante 2020 existió una atenuación de la correlación de ambas variables, particularmente en los trimestres en que las restricciones de movilidad fueron más estrictas. A nivel anual, el Banco Central estimó una contracción del PIB de -5,8% para el año 2020, no obstante, la demanda eléctrica tuvo un crecimiento levemente positivo. Esto se debería tanto a la continuidad operativa de algunos sectores intensivos en consumo eléctrico, por ejemplo, faenas mineras, como también al mayor consumo a nivel residencial que compensa parcialmente la reducción observada en los clientes regulados.

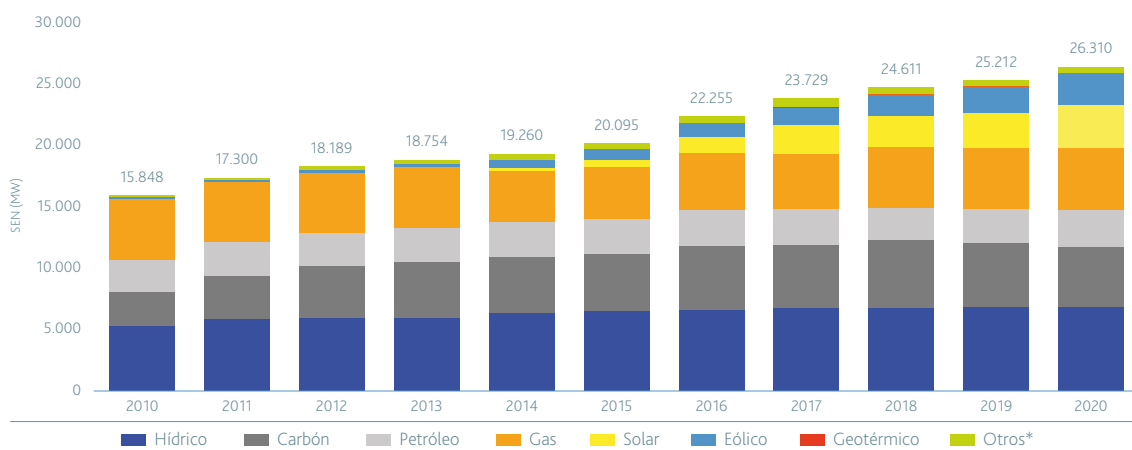
³⁰ Elaborado a partir de Reporte Mensual del Sector Eléctrico, marzo 2021. Systep.

³¹ El análisis presentado en este Recuadro considera el año 2020.



En relación a la capacidad instalada de generación en el SEN, la fuente de suministro más importante proviene de las tecnologías térmicas, donde las centrales de gas, carbón y diésel representan casi el 49% de la capacidad total instalada. Las centrales hidroeléctricas están en segundo lugar, representando casi un 26% de la capacidad, concentradas mayormente en el centro y sur de Chile³². 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 casi un 13,6% de la capacidad instalada en el caso de la tecnología solar fotovoltaica, y un 9,6% en el caso de la energía eólica, a diciembre de 2020. La Figura 2.5 muestra la evolución de la capacidad instalada en el SEN entre 2010 y 2020.

Figura 2.5: Evolución de la capacidad instalada del SEN (MW)



Notas: (1) Datos al 31 de diciembre de cada año.

(2) Datos consideran suma de capacidad SIC y SING para años anteriores a 2017.

*Otros: Petcoke, Cogeneración y Biomasa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CEN.

³² Valores a diciembre de 2020.

¿Fin del carbón en 2025 y de todos los combustibles fósiles en 2030? ¿Se puede acelerar la descarbonización?³³

En octubre de 2021 ingresó al Senado un nuevo Proyecto de Ley³⁴ que prohíbe desde 2030 la inyección de energía eléctrica proveniente de combustibles fósiles al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La nueva moción se suma al proyecto de descarbonización acelerada³⁵ que prohíbe las centrales de generación a carbón para fines de 2025 y cierra de manera inmediata aquellas con más de 30 años de antigüedad. La discusión ya está instalada en el ámbito político y social, por lo que difícilmente el camino siga siendo sólo llegar a acuerdos voluntarios con el sector privado.

Inicialmente, el acuerdo de 2019 logrado por el gobierno contemplaba el cierre programado de ocho centrales (1.049 MW) a 2024, y las restantes 20 centrales (4.476 MW) con fecha de desconexión por definir, con el año 2040 como fecha límite. De hecho, la Estrategia Climática de Largo Plazo del Ministerio de Medio Ambiente, entregada durante la COP26, mantiene el 2040 como meta para retiro o reconversión total del carbón. Sin embargo, varias empresas han anunciado cierres adicionales a 2025, y hoy existen 18 centrales (3.560 MW) que se encuentran ya sea retiradas o con disponibilidad de retirarse a esa fecha.

Si a lo anterior se suma que se encuentran declarados en construcción más de 4.500 MW en centrales renovables a 2024, en una mirada inicial, da la impresión de que no se estarían haciendo todos los esfuerzos como país para descarbonizar la matriz. Si bien es posible adelantar la meta inicial de 2040, antes de forzar límites estrictos para el año 2025 o 2030, hay que entender la dinámica del sistema y reflexionar sobre las potenciales consecuencias. Considerando que a la fecha se han retirado efectivamente 573 MW (cinco centrales), de aprobarse hoy el primero de los proyectos de ley significaría el cierre inmediato de 476 MW (tres centrales) y de 4.476 MW (20 centrales) en 2025; mientras, la aprobación del nuevo proyecto implicaría el cierre de al menos 8.313 MW (144 centrales) entre centrales a gas y diésel a 2029.

Sin embargo, hay señales de diferentes actores que advierten dificultades en el retiro acelerado de centrales a carbón. De hecho, a mediados de 2021, el SEN vivió un escenario de estrechez de generación producto de la escasez hídrica y la indisponibilidad de centrales, principalmente las térmicas. Debido a lo anterior, en agosto el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) solicitó la reincorporación de Ventanas I (114 MW), que se encuentra en Estado de Reserva Estratégica, solicitud que finalmente no prosperó. A ello se le suma que Ventanas II (208 MW) aún no ha podido ser desconectada, pese a estar disponible para su retiro. Además, el CEN ha solicitado postergar la mantención de centrales térmicas para después de abril de 2022, con la intención de disminuir el riesgo actual de falta de suministro.

³³ Elaborado a partir de Reporte Mensual del Sector Eléctrico, octubre 2021. SysteP.

³⁴ Proyecto de Ley: "Promueve la generación de energía renovable", octubre 2021.

³⁵ Proyecto de Ley: "Prohíbe la instalación y funcionamiento de centrales térmicas a carbón en todo el país, a partir de la fecha que indica", enero 2020.



Adicionalmente, análisis presentados por la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA)³⁶ y el CEN³⁷, muestran importantes dificultades en la operación del sistema ante un escenario de descarbonización acelerada a 2025, llegando incluso el CEN a señalar que en dicho escenario la desconexión intempestiva de la central Tocopilla (360 MW) derivaría en el colapso del norte del SEN.

Por otra parte, si bien en el informe preliminar de Planificación Eléctrica de Largo Plazo (PELP) 2020-2023³⁸ se proyecta un escenario de descarbonización acelerada a 2030, se continúa considerando participación de gas y diésel. El informe asume una disminución rápida de los costos de tecnologías ERNC y una capacidad instalada entre tecnologías CSP³⁹ y de almacenamiento superior al 15% al año 2030, pero también contempla al menos un 10% de generación mediante gas y diésel.

Entonces, ante los proyectos de ley de descarbonización surgen las siguientes preguntas: ¿será posible técnicamente operar la red de manera confiable y segura (evitar fallas)? ¿Subirán las tarifas al cliente final producto de una operación más costosa o sólo hay efectos económicos adversos para las empresas? ¿Hay que simplemente cambiar las metas o es necesario forzar el desarrollo de nueva infraestructura?

En 2018 Greenpeace solicitó eliminar a 2025 todas las fuentes nucleares y a carbón⁴⁰, pero al mismo tiempo dio la clave pidiendo “establecer un marco jurídico definido, previsible y estable para las energías renovables y la eficiencia energética, para hacer atractivas las inversiones y asegurar el cumplimiento de los objetivos”. El mismo estudio señala que es necesario invertir en tecnologías para flexibilizar el sistema eléctrico, tales como “ciclos combinados o los ciclos abiertos de gas... y energías renovables como plantas de concentración solar, biomasa, hidráulica, geotérmica o incluso fotovoltaica o eólica acompañadas de almacenamiento”.

En Chile, actualmente la mayoría de los nuevos proyectos de generación son en base a energía variable fotovoltaica y eólica. Entonces, cuando no hay disponibilidad de viento, o en horas de noche, la operación del sistema puede hacerse insegura (fallas) y costosa (gas y diésel). Más aún, el proyecto HVDC Kimal – Lo Aguirre - de vital importancia para transportar la energía de bajo costo que se proyecta en el norte del país- recién entraría en servicio a partir de 2029 y, aun así, dicho proyecto no permitiría transportar la totalidad de la energía renovable de la zona norte del país, lo que es imprescindible ante un escenario de ausencia de generación con combustibles fósiles. Adicionalmente, se ha visto en las últimas licitaciones de clientes regulados que los proyectos de energía gestionable o con almacenamiento no han logrado ser más competitivos que los renovables de fuentes variables.

³⁶ “Análisis y propuesta de una ruta de referencia para alcanzar cero emisiones netas en el sector de generación de energía eléctrica en Chile”, ACERA, 2021

³⁷ “Análisis de la Operación y Abastecimiento del Sistema Eléctrico Nacional de Chile en un escenario de retiro total de centrales a carbón al año 2025”, CEN, septiembre 2020.

³⁸ “Planificación Eléctrica de Largo Plazo 20-23 (preliminar)”, Ministerio de Energía, agosto 2021.

³⁹ Generación por concentración solar de potencia (concentrated solar power).

⁴⁰ “Único sentido. 2025 sin carbón ni energía nuclear”, GreenPeace, marzo 2018.

Para que el SEN aspire a prescindir de centrales de generación en base a combustibles fósiles debe contar con importantes niveles de flexibilidad, principalmente en la oferta de generación, y también en la demanda de energía. Esto implica utilizar tecnologías como concentración solar de potencia (CSP), hidráulica y *pumped hydro storage*, eólica o solar con almacenamiento, entre otras tecnologías limpias de generación gestionable. Por otro lado, para flexibilizar la demanda se busca influir en la cantidad y horario en que se realiza el consumo, lo que se puede lograr mediante esquemas de *demand response*.

Si bien hay expectativas auspiciosas de desarrollo y costos en reconversión o reemplazo con nuevas tecnologías, así como también en la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde⁴¹, aún faltan importantes avances en el país. Por lo tanto, cualquier proyecto de ley de descarbonización no puede establecer metas simplemente dejando al mercado toda la responsabilidad de adaptar el sistema eléctrico, sino que también debe hacerse cargo de hacer factible el retiro de la totalidad de las centrales a carbón o a combustibles fósiles.

Una opción sería dotar de herramientas al Ministerio de Energía y al CEN para definir, con suficiente antelación, licitaciones de nuevas obras que permitan cumplir con el cronograma de descarbonización que se defina. Lo anterior, basado en estudios técnico-económicos que justifiquen y determinen las necesidades producto del retiro de unidades de carbón. Si bien el almacenamiento puede incluirse en los planes de transmisión o licitarse como SSCC, sería deseable incluir un nuevo mecanismo de licitación asociado exclusivamente a los efectos derivados de las metas de descarbonización y que se encuentre acotado en el tiempo, para disminuir y limitar potenciales impactos en la formación de precios en el mercado competitivo de generación.

Los informes muestran que, en el contexto actual, al año 2025 el sistema eléctrico no estará preparado para cerrar la totalidad de las centrales de generación a carbón, y menos estará preparado el 2030 para prescindir la totalidad de combustibles fósiles, fundamentalmente porque no hay tiempo suficiente para el desarrollo de todas las nuevas obras necesarias. Finalmente, los legisladores debiesen situar la descarbonización en un horizonte de tiempo que permita al sistema alcanzar el desarrollo de las obras necesarias, ya sea naturalmente a través del mercado (inversionistas concretando proyectos de energía gestionable) o de manera forzada mediante licitaciones específicas para cumplir con los objetivos.



⁴¹ "Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde", Ministerio de Energía, noviembre 2020.

Recuadro 2.2: Perfeccionando el sistema marginalista para alcanzar una transición energética segura y eficiente⁴²

La masiva incorporación de generación a partir de fuentes renovables está causando una transformación sin precedentes de los sistemas eléctricos, lo que permitirá a este sector ser protagonista de la acción climática necesaria para alcanzar la carbono neutralidad para enfrentar la urgencia climática de manera oportuna. Sin embargo, producto de esta transformación, han surgido interrogantes sobre cuál será el diseño de mercado que permitirá continuar garantizando una operación segura y eficiente del sistema eléctrico, y que también entregará las señales de precios adecuadas para el desarrollo de nueva infraestructura de generación y almacenamiento de energía, permitiendo el suministro de energía a mínimo costo para toda la sociedad.

Un tema que es frecuentemente citado en foros de discusión sobre regulación y diseño de mercados es la teoría, sistema o modelo marginalista. Esta teoría establece que una operación eficiente resulta de la minimización de costos de corto plazo, considerando todas las restricciones de seguridad y costos relevantes para el conjunto de instalaciones del sistema eléctrico. Además de identificar una estrategia de

despacho óptima para las unidades de generación, la optimización del conjunto de instalaciones permite, en paralelo, determinar para cada momento y ubicación del sistema el precio spot de la energía, el cual queda establecido por el costo de suplir una unidad adicional de demanda⁴³. De acuerdo a esta teoría, los precios spot que resultan de esta optimización incentivan la operación eficiente del sistema en el corto plazo y la entrada del tipo, ubicación y tamaño adecuado de nueva infraestructura de generación y almacenamiento en el largo plazo.

Con el ingreso masivo de generación renovable con costo variable de operación prácticamente nulo —como la solar fotovoltaica o la eólica— existe la inquietud que la aplicación del sistema marginalista resultará en precios spot cercanos a cero de forma casi permanente, lo que podría impedir la recuperación de costos de capital de estas tecnologías y desincentivar la inversión en nueva infraestructura de generación y almacenamiento. En el caso del mercado eléctrico chileno, se ha planteado que una posible solución a esta inquietud sería “abandonar el actual sistema marginalista y transitar a un mercado basado en ofertas”. Sin embargo, una breve revisión de parte de la historia de los mercados y la regulación de sistemas eléctricos nos permite verificar que

existe una confusión al plantearlo como una dicotomía, y más que el reemplazo o eliminación del sistema marginalista, lo que será necesario es perfeccionar la aplicación de esta teoría. Por ejemplo, una eventual transición desde costos auditados a un sistema de ofertas no implicaría abandonar el sistema marginalista.

En la transición a un sistema eléctrico crecientemente renovable que sea el pilar para la carbono neutralidad de la sociedad será necesario abordar múltiples desafíos sociales, ambientales, técnicos y económicos con el propósito de alcanzar las metas de reducción de emisiones de manera eficiente y justa. Desde el punto de vista del diseño de mercado eléctrico y regulación, no hay indicios de que la incorporación de crecientes niveles de generación renovable de costo variable cero requiera reformular sus principios básicos de operación: la teoría marginalista. Por el contrario, lo que será necesario es continuar perfeccionado y complementando su aplicación en la práctica, tomando en cuenta los nuevos requerimientos de flexibilidad y de gestión de riesgos que podrían emerger producto de la transformación tecnológica que será necesaria para cumplir con el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad a más tardar en 2050.

⁴² Elaborado a partir de Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación. Asociación de Generadoras de Chile, septiembre de 2021. Disponible en: <http://generadoras.cl/media/page-files/1838/Boletín-Mercado-Eléctrico-Generadoras-de-Chile-Septiembre-2021.pdf>

⁴³ En la práctica, el precio spot de la energía frecuentemente coincide con el costo variable de la unidad de generación de mayor costo en operación, también conocida como la unidad marginal.

5 Requerimientos y cuantificación brecha 2022-2031

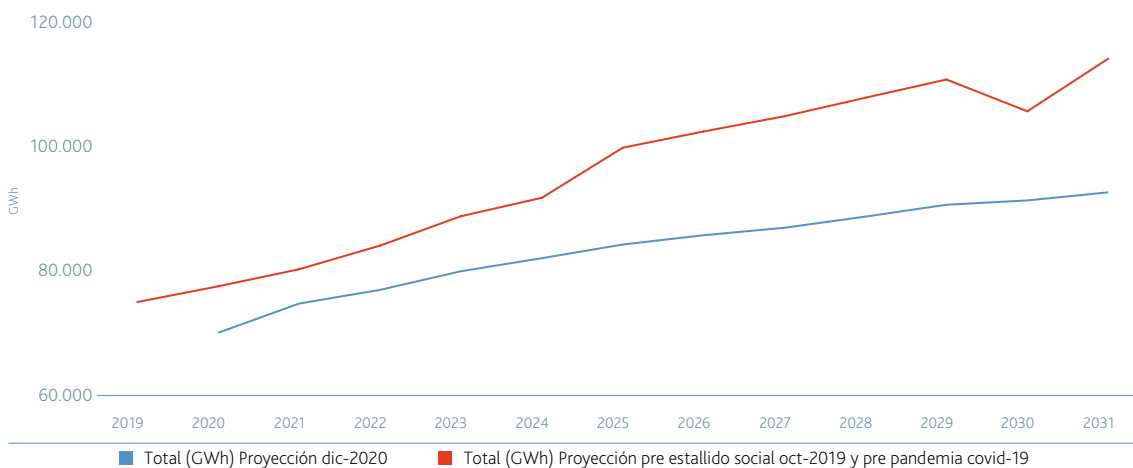
Las necesidades de inversión entre los años 2022 y 2031 dependen del crecimiento del consumo de electricidad, la capacidad de generación actualmente disponible, de los proyectos actualmente en construcción y aquellos que reúnen las condiciones para desarrollarse en el corto-mediano plazo, y del costo 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

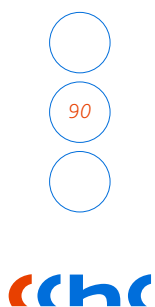
El consumo de electricidad del sistema eléctrico nacional está directamente relacionado con el crecimiento económico del país, específicamente el PIB, y la señal de precio que percibe el consumidor. Para satisfacer la demanda eléctrica es necesario contar con proyectos de generación capaces de suministrar 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.

Como se observa en la Figura 2.6, las proyecciones de crecimiento del consumo de electricidad sufrieron un importante ajuste a la baja, principalmente explicado por el ajuste a la baja de las proyecciones del consumo industrial de electricidad, producto de la crisis sanitaria producida por la pandemia covid-19 y el consecuente ajuste de expectativas de crecimiento económico. Así, las últimas proyecciones de consumo de electricidad para 2031 se ubican casi un 19% por debajo de las proyecciones realizadas en enero de 2020 para dicho año.

Figura 2.6: Comparativo proyecciones crecimiento del consumo de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), 2022-2031. Pre pandemia covid-19 vs. Dic-2020



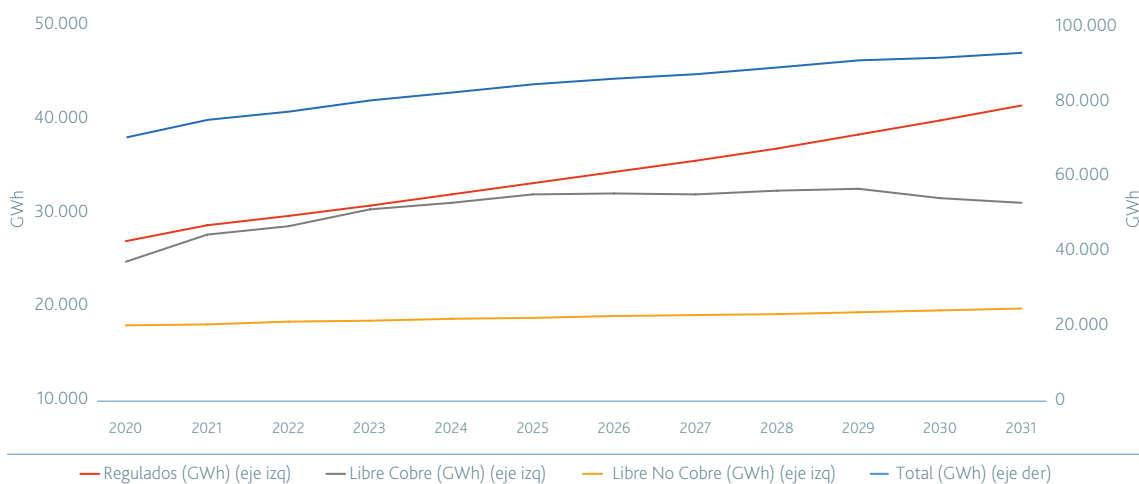
Fuente: Elaboración propia a partir de informes Proyección de Demanda Eléctrica 2019-2039. CEN, enero 2020; Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040. Coordinador Eléctrico Nacional (CEN). Diciembre 2020.





En base al informe Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040 del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) de diciembre 2020, en la Figura 2.7 se presenta la proyección del crecimiento anual del consumo de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), hasta 2031. Como se observa, se proyecta que el consumo de clientes regulados crezca desde los 27.100 GWh (casi un 39% del total) a los 41.600 GWh (casi un 45% del total), es decir, un crecimiento del 53,5% en el periodo. Mientras, se proyecta que el consumo de clientes libres crezca desde los 43.000 GWh (61% del total) a los 51.100 GWh (55% del total), es decir, un crecimiento del 18,8% en el periodo. Como se observa en la Tabla del Anexo 2.2, esta proyección muestra que el consumo de electricidad se seguirá concentrando en las regiones Metropolitana y de Antofagasta.

Figura 2.7: Proyección crecimiento del consumo de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), 2022-2031



Fuente: Elaboración propia a partir de informe Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040. Coordinador Eléctrico Nacional (CEN). Diciembre 2020.

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. De acuerdo a la Unidad de Acompañamiento de Proyectos (UAP), de la División de Desarrollo de Proyectos del Ministerio de Energía, a octubre 2021 se encuentran en construcción 5.561 MW (99 proyectos), de los cuales el 95% corresponden a energías renovables, con el siguiente desglose respecto al total en construcción: 16% de centrales hidroeléctricas; 17,4% de centrales eólicas y 61,6% a centrales solares⁴⁴. Estas centrales representan una inversión total de 9.606 MM USD. Del total mencionado, 94 proyectos corresponden al SEN, los cuales se muestran en la Tabla 2.5.

⁴⁴ Listado de proyectos en el Anexo 2.3.

Así, para el periodo 2021-2024, se espera que en el SEN entren en operación 3.423 MW de capacidad solar fotovoltaica, donde destacan los parques fotovoltaicos Elena (de 470 MW, a localizarse en la Región de Antofagasta), Campos del Sol I (de 382 MW, a localizarse en la Región de Atacama) y Sierra Gorda Solar (de 375 MW, a localizarse también en la Región de Antofagasta). También se espera la entrada en operación de 968 MW de capacidad eólica, donde destacan los parques eólicos Camán (de 206 MW, a localizarse en la Región de los Ríos), Llanos del Viento (de 156 MW, a localizarse en la Región de Antofagasta) y Puelche Sur (de 152 MW, a localizarse en la Región de Los Lagos).

En cuanto a las centrales convencionales del SEN, destaca la entrada en operación de las centrales Alto Maipo – Central Las Lajas y Alto Maipo – Central Alfalfa II (de 267 MW y 264 MW, respectivamente, ambas localizados en la Región Metropolitana) y con fecha estimada de operación diciembre de 2021.

Tabla 2.5: Centrales en construcción en el SEN (MW)

Año de entrada	Convencional (MW)		Total Convencional	ERNC (MW)			Total ERNC	Total
	Hidro	Térmica		Eólica	Minihidro	Solar		
2021	531	272	803	63	5	1.716	1.785	2.587
2022	49	3	52	905	12	1.706	2.623	2.675
2023	150		150					150
2024	136		136					136
Total	866	275	1.140	968	17	3.423	4.408	5.548
<i>Participación</i>	<i>75,9%</i>	<i>24,1%</i>	<i>100,0%</i>	<i>22,0%</i>	<i>0,4%</i>	<i>77,7%</i>	<i>100,0%</i>	
<i>Participación total</i>	<i>15,6%</i>	<i>4,9%</i>	<i>20,6%</i>	<i>17,4%</i>	<i>0,3%</i>	<i>61,7%</i>	<i>79,4%</i>	<i>100,0%</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación. Asociación de Generadoras de Chile, noviembre de 2021.

La Tabla 2.6 muestra el detalle de inversión (en MMUSD) para las centrales en construcción presentadas en la tabla anterior.

Tabla 2.6: Inversión en centrales en construcción en el SEN (MMUSD)

Año de entrada	Convencional (MM USD)		Total Convencional	ERNC (MM USD)			Total ERNC	Total
	Hidro	Térmica		Eólica	Minihidro	Solar		
2021	3.048	156	3.204	79	20	1.627	1.726	4.930
2022	173	1	174	1.418	14	1.646	3.077	3.251
2023	900		900					900
2024	504		504					504
Total	4.625	157	4.782	1.497	34	3.273	4.803	9.585
<i>Participación</i>	<i>96,7%</i>	<i>3,3%</i>	<i>100,0%</i>	<i>31,2%</i>	<i>0,7%</i>	<i>68,1%</i>	<i>100,0%</i>	
<i>Participación total</i>	<i>48,3%</i>	<i>1,6%</i>	<i>49,9%</i>	<i>15,6%</i>	<i>0,3%</i>	<i>34,1%</i>	<i>50,1%</i>	<i>100,0%</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación. Asociación de Generadoras de Chile, noviembre de 2021.

Para efectos de establecer la brecha de inversión en generación hasta 2031, se consideraron principalmente los proyectos en etapas previas a su ejecución, pero con cronogramas de inversión y construcción definidos, de acuerdo al catastro de la Corporación de Bienes de Capital (CBC), al tercer trimestre de 2021. Bajo este escenario, los proyectos catastrados se materializarán y permitirán añadir capacidad adicional al sistema reduciendo los costos marginales del SEN. En efecto, se estima que se añadirán 2.606 MW de capacidad ERNC y 609 MW de capacidad convencional en el SEN entre los años 2022 y 2026, como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7: Centrales en etapas previas a su ejecución con cronogramas de inversión definidos en el SEN (MW)

Año de entrada	Convencional (MW)		Total Convencional	ERNC (MW)		Total ERNC	Total
	Hidro	Térmica		Solar	Eólica		
2022				168	103	271	271
2023		200	200	842	516	1.357	1.557
2024				200	778	978	978
2025	109		109				109
2026	300		300				300
Total	409	200	609	1.210	1.396	2.606	3.215
Participación	67,2%	32,8%	100,0%	46,4%	53,6%	100,0%	
Participación total	12,7%	6,2%	18,9%	37,6%	43,4%	81,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro 3T-2021 de la Corporación de Bienes de Capital (CBC).

La Tabla 2.8 muestra el detalle de inversión (en MMUSD) para las centrales en fases previas a su ejecución presentadas en la tabla anterior.

Tabla 2.8: Inversión en centrales en etapas previas a su ejecución con cronogramas de inversión definido en el SEN (MMUSD)

Año de entrada	Convencional (MM USD)		Total Convencional	ERNC (MM USD)		Total ERNC	Total
	Hidro	Térmica		Solar	Eólica		
2022				152	153	305	305
2023		93	93	689	743	1.432	1.525
2024				150	850	1.000	1.000
2025	165		165				165
2026	600		600				600
Total	765	93	858	991	1.746	2.737	3.595
Participación	89,2%	10,8%	100,0%	36,2%	63,8%	100,0%	
Participación total	21,3%	2,6%	23,9%	27,6%	48,6%	76,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro 3T-2021 de la Corporación de Bienes de Capital (CBC).



Se observa que los proyectos de generación que ingresarán son en su mayoría de tipo ERNC, lo que permitirá cumplir con un amplio margen la cuota de energías renovables no convencionales para el año 2026. Adicionalmente, los nuevos requerimientos en generación pueden ser categorizados según la región en la que se construirá la infraestructura. La Tabla 2.9 muestra las inversiones en centrales en etapas previas a su ejecución con cronogramas de inversión definidos, en el segmento de generación, por región en que se localizarán.

Tabla 2.9: Inversión en centrales en etapas previas a su ejecución con cronogramas de inversión definido en el SEN (MMUSD), por región

Región (MM USD)	Generación (2022-2026)		Total
	ERNC	Convencional	
I - Tarapacá	162	600	762
II - Antofagasta	1.466		1.466
III - Atacama	449		449
IV - Coquimbo		93	93
Metropolitana	10		10
VI - O'Higgins	153		153
VIII - Biobío	497	165	662
Total	2.737	858	3.595

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro 3T-2021 de la Corporación de Bienes de Capital (CBC).

Así, en la Tabla 2.10 se muestra el total (potencial) de capacidad instalada en el SEN.

Tabla 2.10: Capacidad instalada potencial SEN (MW)

Categoría	SEN		Total
	Convencional	ERNC	
Capacidad instalada al 31/08/2021	13.307	15.188	28.495
En construcción	1.140	4.408	5.548
Proyectos futuros	609	2.606	3.215
Total	15.056	22.202	37.258

Fuente: Elaboración propia a partir de Asociación de Generadoras de Chile, Systep, CNE, CEN y CBC.

Por otra parte, se estima que no se necesitan requerimientos adicionales de inversión en generación, ya que la capacidad de todos los proyectos futuros que aún no se encuentran en construcción, es suficiente para abastecer en forma eficiente el consumo de electricidad estimado para el mismo periodo (sección 5.1.1). Lo anterior es válido, en la medida de que se realice una transición energética responsable y se materialicen las inversiones que permitan expandir la capacidad de transmisión y el almacenamiento de energía⁴⁵.

⁴⁵ Para un mayor análisis, ver secciones 4.3; 5.1.3 y 6.

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 2031, se consideraron las obras incluidas en el Informe Técnico Final Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2020, de la Comisión Nacional de Energía (CNE), publicado en abril de 2021.

Dicho informe contiene un listado de obras de expansión del Sistema de Transmisión Nacional y un listado de obras de expansión de los sistemas de transmisión zonal. Dentro de estos listados, se distinguen obras nuevas y obras de ampliación. El presente plan de expansión contiene un total de 46 obras de expansión, cuya inversión asciende a un total aproximado de USD 511 millones. En el caso del Sistema de Transmisión Nacional, se presenta un total de 14 obras de expansión, cuya inversión asciende a un total aproximado de USD 320 millones, de las cuales 12 son ampliaciones de instalaciones existentes, por un monto de USD 118 millones aproximadamente, y 2 corresponden a obras nuevas, por un total de USD 202 millones aproximadamente.

Respecto de los sistemas de transmisión zonal, se presenta un total de 32 obras de expansión, cuya inversión asciende a un total aproximado de USD 192 millones, de las cuales 25 son ampliaciones de instalaciones existentes, por un monto de USD 82 millones aproximadamente, y 7 corresponden a obras nuevas, por un total de USD 110 millones aproximadamente. Finalmente, se estima que las obras contenidas en el presente informe iniciarán su construcción a partir del segundo semestre de 2023⁴⁶.

⁴⁶ Listado de proyectos en el Anexo 2.4.

A lo anterior, se suma la Megalínea HVDC Kimal-Lo Aguirre, recientemente adjudicada por el Coordinador Eléctrico al consorcio de ISA, Transelec y China Southern Power Grid International (HK), con una inversión que ascendería a los USD 1.480 millones con fecha de entrada en operación estimada para el mes de diciembre de 2028.

Este proyecto consiste en el desarrollo de una línea de transmisión en corriente continua bipolar de 1.500 kilómetros con retorno metálico dedicado y dos estaciones convertidoras AC/DC, ubicadas en el entorno de las subestaciones existentes Kimal y Lo Aguirre, en las regiones de Antofagasta y Metropolitana respectivamente.

La línea será la primera de su tipo en corriente continua (HVDC) en Chile, constituyendo un factor habilitante del proceso de descarbonización en el marco de las metas para el país de lograr la carbono neutralidad al 2050, en beneficio de un sistema eléctrico seguro y resiliente frente a los potenciales efectos del cambio climático.

La Tabla 2.11 muestra el detalle de la inversión en obras de transmisión.

Tabla 2.11: Detalle expansiones en transmisión

Categoría (MM US\$)	Nacional	Zonal	Total
Obras de Ampliación	118	82	200
Obras Nuevas	202	110	312
Línea HVDC Kimal-Lo Aguirre			1.480
Total	320	192	1.991

Fuente: Elaboración propia a partir de Informe Técnico Final Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2020. Comisión Nacional de Energía (CNE), abril 2021.

Adicionalmente, los nuevos requerimientos en transmisión pueden ser categorizados según la región en la que se construirá la infraestructura. La Tabla 2.12 muestra los requerimientos de inversión en los segmentos de transmisión Nacional y Zonal por región.

Tabla 2.12: Detalle expansiones en transmisión por región

Región (MMUS\$)	Nacional	Zonal	Total
I - Tarapacá	121		121
II - Antofagasta	135		135
III - Atacama	11		11
IV - Coquimbo	3	38	41
V - Valparaíso			
VI - O'Higgins		45	45
VII - Maule	34	43	78
VIII - Bío - Bío	12	7	19
IX - Araucanía		3	3
X - Los Lagos	4	6	10
XI - Aysén			
XII - Magallanes			
Metropolitana		12	12
XIV - Los Ríos			
XV - Arica y Parinacota			
XVI - Ñuble		38	38
Interregional			1480
Total	320	192	1.991

Fuente: Elaboración propia a partir de Informe Técnico Final Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2020. Comisión Nacional de Energía (CNE), abril 2021.

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 establece 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)⁴⁷ 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)⁴⁸ 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 2020 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 realizada por el CEN para clientes regulados a lo largo del sistema eléctrico nacional, obteniéndose tanto la capacidad adicional que se necesita, como los requerimientos de inversión, desde el año 2022 al 2031⁴⁹.

Como resultado se estima que se necesitarán alrededor de 651 MW adicionales entre los años 2022 y 2026, los que suman 572 millones de dólares, y 811 MW adicionales entre los años 2027 y 2031, los que suman 712 millones de dólares. La Tabla 2.13 muestra los requerimientos de inversión y capacidad adicional en los sistemas de distribución del SEN entre los años 2022 y 2031.

Tabla 2.13: Requerimientos de inversión y capacidad adicional en distribución eléctrica, 2022-2031

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	Total
Capacidad adicional (MW)	114	126	137	137	137	137	148	171	171	183	1.461
Inversión (MMUSD)	100	110	120	120	120	120	130	151	151	161	1.284

Fuente: Elaboración propia a partir de ejercicio realizado con datos del Informe Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040, Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), diciembre 2020; y el Informe de Fijación Áreas Típicas de Distribución (Versión Posterior a Consulta Pública), CNE.

⁴⁷ El Valor Agregado de Distribución (VAD) es fijado cada cuatro años por el Ministerio de Energía, previo Informe Técnico de la CNE y corresponde básicamente un costo medio que incorpora todos los costos de inversión y funcionamiento de una empresa modelo o teórica operando en el país, eficiente en la política de inver-

siones y en su gestión, de modo que el VAD no reconoce necesariamente los costos efectivamente incurridos por las empresas distribuidoras.

⁴⁸ El Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) es una forma de valorización de los activos de la empresa (maquinaria, infraestructura, equipos, etc.) y corresponde al "costo de renovar

todas las obras, instalaciones y bienes físicos que son utilizados para dar el servicio de distribución".

⁴⁹ No se consideraron eventuales economías de escala. El cálculo se realiza a partir de un promedio de los VNR unitarios de las empresas distribuidoras, ponderado por sus potencias de ventas coincidentes.

Resumen de inversiones

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 en fases previas a su ejecución, pero con cronogramas de inversión definidos. Entre los años 2022 y 2026 se espera que se concrete una inversión equivalente a un monto de 8.250 millones de dólares. Es importante mencionar que entre los años 2027 y 2031 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. Lo anterior es válido, en la medida de que se realice una transición energética responsable y se materialicen las inversiones que permitan expandir la capacidad de transmisión y el almacenamiento de energía.

En el sector transmisión, de acuerdo con el Informe Técnico Final Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2020, de la Comisión Nacional de Energía (CNE), de abril 2021, se estima que la inversión entre los años 2022 y 2031 sea de 1.991 millones de dólares.

Finalmente, en el segmento de distribución se proyecta que se necesitarían 1.284 millones de dólares en el periodo 2022 – 2031. No obstante, los requerimientos de inversión entre los años 2022 y 2026 se verían reducidos producto de un menor crecimiento de la demanda, ocasionado por la propagación de la pandemia covid-19 y las medidas de contención impuestas por las autoridades.

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, entre los años 2022 y 2031.

Tabla 2.14: Requerimientos de inversión y capacidad adicional en distribución eléctrica, 2022-2031

Años	Sistema Eléctrico Nacional			
	Generación	Transmisión	Distribución	Total
2022-2031	8.250	1.991	1.284	11.525

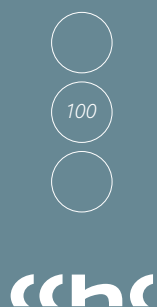
Fuente: Elaboración propia a partir de ejercicio realizado con datos del Informe Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040, Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), diciembre 2020; y el Informe de Fijación Áreas Típicas de Distribución (Versión Posterior a Consulta Pública), CNE.

La Tabla 2.15 muestra los proyectos futuros, en millones de dólares, en los segmentos de generación y transmisión en el sistema eléctrico nacional, por región, entre los años 2022 y 2031.

Tabla 2.15: Proyectos futuros en los segmentos de Generación y Transmisión, por región, en el periodo 2022-2031 (MMUSD)

Región (MMUSD)	Generación	Transmisión	Distribución	Total
XV - Arica y Parinacota				
I - Tarapacá	762	121		883
II - Antofagasta	2.920	135		3.055
III - Atacama	723	11		734
IV - Coquimbo	141	41		182
V - Valparaíso	169			169
Metropolitana	30	12		42
VI - O'Higgins	234	45		279
VII - Maule	922	78		1.000
XVI - Ñuble	518	38		556
VIII - Bío - Bío	912	19		931
IX - Araucanía	176	3		179
XIV - Los Ríos	403			403
X - Los Lagos	342	10		352
Interregional		1.480		
Total	8.250	1.991	1.284	11.525

Fuente: Elaboración propia a partir de Asociación de Generadoras de Chile, Sysstep, CNE, CEN y CBC.





6

Recomendaciones de acción

Hacia una transición energética responsable y resiliente: adaptando el sistema eléctrico a la nueva realidad climática⁵⁰

En la última década Chile se ha posicionado como un país líder en el desarrollo de generación renovable. De acuerdo al ranking Climatescope 2020 de Bloomberg New Energy Finance⁵¹, Chile es el país más atractivo del mundo para el desarrollo de energías limpias. En la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, presentada por el Ministerio de Energía en noviembre de 2020⁵², se indica que la excelente calidad del recurso eólico y solar del país permitirá producir hidrógeno verde al costo más competitivo del planeta, lo que alimenta la ambición de que Chile se convierta en el líder mundial de producción de este combustible a 2030. Además, Chile es el primer país emergente en que se firma un acuerdo público-privado de cierre anticipado de todas las centrales a carbón del sistema eléctrico antes de 2040 y el primer país en América Latina en que se inaugura una planta termosolar. Una reciente editorial del Financial Times⁵³ destaca que Chile —donde un 40% de la inversión extranjera directa en 2020 fue en proyectos de generación renovable— es una excepción en una región donde varios países están aumentando sus apuestas por el uso futuro de combustibles fósiles. Hoy, con cerca de 28,5 GW de capacidad instalada, donde más de 15 GW de capacidad es de generación renovable, Chile parece haber dejado atrás los fantasmas de las crisis energéticas provocadas por factores como la escasez de recursos hídricos o la interrupción del suministro de gas natural desde Argentina.

Durante los últimos dos meses esta narrativa de evolución del sistema eléctrico que emerge como resultado de todos estos reconocimientos, logros y aspiraciones se ha visto desafiada por dos acontecimientos. Por un lado, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está pasando por un periodo de estrés debido a múltiples factores, incluyendo la escasez hídrica, la existencia de marejadas que dificultan la descarga de combustibles, los altos costos del GNL producto del significativo aumento de la demanda de este combustible en países asiáticos, restricciones de transmisión que resultan en costosos desacoples del sistema, la indisponibilidad de algunas unidades térmicas y la compleja logística de transporte local de diésel para abastecer unidades de respaldo. Como consecuencia de todos estos factores, el precio spot promedio de la energía en julio de 2021 alcanzó los 119 USD/MWh, un 186% por sobre el valor promedio del mismo mes en 2020. El 12 de agosto de 2021 el precio spot de la energía en Alto Jahuel se empujó por sobre los 300 USD/MWh, un valor no observado en el sistema desde el año 2014. Esta situación incluso gatilló la emisión de un decreto de racionamiento que, en términos generales, entrega herramientas al Coordinador para actuar de manera preventiva y evitar caer en una situación en que sea necesario interrumpir el suministro eléctrico de algunos consumos para mantener la seguridad del sistema. Mientras que desde la perspectiva del cambio climático, el último informe del IPCC⁵⁴ indica que, dado el actual nivel de concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera, es altamente improbable que sea posible cumplir con la meta de reducción de emisiones que permitiría limitar el calentamiento global a no más de 1,5°C, que es el valor límite por sobre el cual se estima que los efectos de este fenómeno aumenten de manera drástica tanto en intensidad como en frecuencia, siendo muchos de ellos irreversibles a escala humana.

⁵⁰ Elaborado a partir de Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación. Asociación de Generadoras de Chile, agosto de 2021. Disponible en: <http://generadoras.cl/media/page-files/1804/Bolet%C3%ADn%20Mercado%20El%C3%A9ctrico%20Generadoras%20de%20Chile%20-%20Agosto%202021.pdf>

⁵¹ Disponible en: <https://global-climatescope.org/results>

⁵² "Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde", Ministerio de Energía, noviembre de 2020.

⁵³ "Chile's green lessons for emerging markets", The Editorial Board, Financial Times, 5 de julio de 2021.

⁵⁴ Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas



Recuadro 2.3: Las medidas de adaptación al cambio climático que está tomando el sector eléctrico⁵⁵

En agosto de 2021, un reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, su sigla en inglés) de las Naciones Unidas advirtió que el calentamiento global se está acelerando, lo que podría prolongar la sequía y hacer disminuir aún más la disponibilidad de agua en la zona centro sur en Chile. Una situación que podría afectar a aquellas industrias que dependen del agua y de la estabilidad de clima para su operación, como el sector de la energía.

Generadoras de Chile -gremio que reúne a las empresas generadoras y de transmisión-, señala que los principales impactos del cambio climático en la producción de energía, tienen que ver con la disponibilidad de agua y los eventos climáticos extremos, mientras que las redes de distribución podrían verse afectadas por los vientos, aluviones y caídas de árboles. En ese sentido, sostienen que el cambio climático tiene efectos más permanentes como la menor disponibilidad del recurso hídrico, pero además genera mayor variación, más variabilidad inesperada y mayor frecuencia de eventos extremos.

A nivel de mitigación, es decir, de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, el sector está avanzando en la descarbonización de la matriz energética, y en el caso de la

adaptación al cambio climático, está ejecutando una serie de acciones para asegurar la generación, la transmisión y la distribución de electricidad.

Desde el gremio explican que, en materia de generación, se ha implementado tecnología en los sistemas de almacenamiento de energía para tener redes más resilientes y seguras al clima; y en redes de monitoreo inalámbricas en las cuencas de algunos ríos, que entregan datos en línea de la humedad, temperatura, viento, densidad de la nieve, entre otros, que permiten determinar la disponibilidad de agua.

A su vez, se está trabajando en otras medidas, como la digitalización de los sistemas de generación y de las líneas de transmisión, para determinar sobreconsumo y evitar el riesgo de fallas, y en integrar los impactos del cambio climático a la planificación energética de largo plazo para que las redes tengan más seguridad en caso de fallas por eventos extremos de calor o por aluviones.

Por parte de las distribuidoras eléctricas, se señala que la mayor recurrencia de eventos climáticos extremos, como temporales, aluviones e incendios forestales, han llevado a la industria de distribución eléctrica a adaptar su infraestructura, con planes de acción permanentes de adaptación y resiliencia ante el cambio climático, lo que se ve reforzado con planes preventivos estacionales. Esto se traduce en aspectos

como la incorporación de tecnología de telecontrol, inspección de redes mediante drones, nuevas herramientas de servicio y sistemas de predicción meteorológica, entre otros.

Actualización del plan de adaptación

En 2018 se aprobó el Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector Energía, para el período 2018-2023, el que fue elaborado por el ministerio de Energía, el Ministerio del Medio Ambiente y organismos técnicos, para dar cumplimiento a los compromisos ambientales de Chile -las Contribuciones Nacionalmente Determinadas, NDC- frente a Naciones Unidas.

El plan contempla cinco líneas de acción; entre ellas, generar una oferta energética más resiliente al cambio climático, un transporte de energía mejor adaptado al fenómeno y un sector mejor preparado ante el aumento de demanda por el cambio climático.

No obstante, poco se avanzó en su ejecución. El Ministerio de Energía explica que se conformó una mesa público-privada entre 2018 y 2020 integrada por asociaciones gremiales y empresas, para entender cómo la industria podría aumentar su resiliencia al cambio climático. Y hoy, a la luz del nuevo escenario de cambio climático y mega sequía que detalla el último informe del IPCC, habrá una actualización del Plan de Adaptación del Sector Energético.

⁵⁵ Fuente: Diario Financiero, martes 17 de agosto de 2021.

Estos acontecimientos nos entregan un valioso recordatorio: la transición energética va a requerir no sólo de una profunda transformación del sector eléctrico para alcanzar la meta de carbono neutralidad a más tardar 2050, sino además será necesario adaptarlo para hacerlo más seguro y resiliente a eventos climáticos de mayor frecuencia e intensidad. Esto último es de alta relevancia para enfrentar un futuro donde la electricidad jugará un papel aún más protagónico que el actual al cumplir un rol habilitante en la descarbonización de procesos y servicios como la climatización residencial, el transporte y aplicaciones industriales.

Basado en lo anterior, se considera urgente contar con una estrategia clara que permita al país transitar a un sistema carbono neutral de manera responsable, abordando aspectos como la gestión de recursos hídricos para la generación eléctrica, el desarrollo oportuno de infraestructura habilitante para la integración de generación renovable, la integración eficiente de recursos distribuidos y la revisión de mecanismos que permitan adaptar la infraestructura para hacer frente a nuevas fuentes de estrés que podrían poner en riesgo la operación segura del sistema eléctrico.

Para la optimización del uso de agua en los embalses de las centrales hidroeléctricas será pertinente revisar las herramientas y supuestos que se utilizan para identificar estrategias óptimas de gestión de este escaso recurso ante condiciones de profunda incertidumbre. En la medida que la gestión del agua embalsada se siga optimizando de manera centralizada por el Coordinador, la selección de la herramienta más idónea para gestionar de manera óptima el uso de recursos hídricos en embalses se podría desprender de una métrica que permita comparar el desempeño de distintos modelos de manera objetiva, considerando tanto herramientas simples como sofisticadas. Además, estos modelos se podrían evaluar utilizando datos del pasado (*backcasting*) y también simulaciones de escenarios sintéticos futuros (*forecasting*), tomando en cuenta los pronósticos de impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua para la generación eléctrica. Por lo anterior, la complejidad técnica que involucra el desarrollo, evaluación y actualización de este tipo de herramientas abre una oportunidad muy valiosa para seguir fomentando la colaboración entre la industria y la academia⁵⁶.

Otro punto relevante para la transición a un sistema eléctrico carbono neutral eficiente, seguro y resiliente será la expansión de la capacidad de transmisión⁵⁷ y almacenamiento de energía. Para poner en perspectiva el impacto de la falta de transmisión y almacenamiento, a las 14:00 horas del 12 de agosto de 2021 se alcanzaron diferencias de precios spot entre la zona norte (Crucero) y sur (Puerto Montt) del SEN de hasta 240 USD/MWh; ese mismo día en la zona norte se observaron diferencias de precios spot entre el día y la noche de cerca de 275 USD/MWh. En el futuro, de no contar con una mayor capacidad de transmisión y almacenamiento es posible que ocurran situaciones paradójicas. Por ejemplo, se podría dar el caso que, durante un período de intensa sequía, en la zona norte del país exista vertimiento de generación renovable, con extensos períodos de precios spot iguales a cero, mientras que en la zona sur sea necesario racionar demanda por falta de oferta local de generación.

En ese sentido, se hace complejo adelantar los actuales planes de descarbonización, teniendo en consideración la cartera de proyectos actual, en que predominan los proyectos solares y eólicos, que son de generación intermitente. A lo anterior se suma que, dados los costos marginales actuales en que no se internaliza la intermitencia de la generación renovable, los proyectos de generación hidráulica se han vuelto poco rentables y una parte importante de éstos están paralizados. Y también se tiene una situación compleja en el gas, en que, debido a la estrechez hídrica, ha habido un aumento de demanda, dificultades logísticas y un consecuente aumento de precio, a lo que se suma que no se vislumbran grandes proyectos en el horizonte más próximo.

⁵⁶ Sobre este tema, el profesor Álvaro Lorca de la Pontificia Universidad Católica de Chile actualmente lidera, junto a un equipo de investigadores, un proyecto FONDEF titulado "Desarrollo de una plataforma de gestión integrada de recursos hidroeléctricos para la planificación y operación del sistema eléctrico nacional" que cuenta con el Coordinador Eléctrico Nacional y la Comisión Nacional de Energía como entidades asociadas.

⁵⁷ Una muestra de la importancia de estos activos en la acción climática es la reciente aprobación de un paquete de estímulo de 76.000 millones de dólares para el desarrollo de nueva infraestructura de transmisión eléctrica enfocado en la integración de generación renovable en los Estados Unidos.

Para la expansión de la infraestructura de transmisión será necesario abordar los impactos socioambientales que implican la construcción de estas líneas que tienen como objetivo transportar energía desde fuentes de generación renovables alejadas de los grandes centros de consumo. Esto incluye pasar por una gran diversidad de territorios, con sus particularidades socioambientales, y en muchos casos con un valor arqueológico y cultural valioso. Por ello, es necesario abordar estas temáticas con los adecuados estándares por parte de las empresas, pero también es importante contar con servicios públicos que gestionen la permisología en los tiempos requeridos para el desarrollo de esta infraestructura.

En paralelo, también sería útil priorizar la implementación de estrategias que permitan optimizar el uso de la infraestructura de transmisión existente. Estas estrategias incluyen alternativas como el reemplazo de equipos (por ejemplo, transformadores), el uso de límites dinámicos de capacidad, esquemas especiales para el control correctivo de la red, la instalación de equipos FACTS (Flexible AC Transmission Systems) y la implementación de herramientas para la evaluación de seguridad en tiempo real y la optimización del despacho económico del sistema.

Para la instalación eficiente de sistemas de almacenamiento será conveniente continuar perfeccionando las señales de precio y reducir barreras que dificulten la participación de este tipo de activos en los mercados de energía, potencia y servicios complementarios. Al ser los dispositivos de almacenamiento unidades que pueden entregar múltiples servicios en paralelo, es clave que en la regulación se exploren mecanismos que permitan habilitar la recolección de múltiples fuentes de ingresos, una práctica también conocida como *revenue stacking*, ya que de lo contrario es improbable que se logre incentivar un desarrollo eficiente y competitivo de estas tecnologías en el sistema eléctrico.

Desde el lado de la generación eléctrica, los riesgos climáticos le darán aún más valor a una matriz energética diversificada que dependerá de crecientes niveles de generación a partir de fuentes renovables variables o ERV. La primera línea de acción para incentivar una diversificación adecuada de la matriz energética es continuar perfeccionando las señales de precios. Si bien una demanda eléctrica variable es suficiente para justificar un sistema eléctrico con diversas tecnologías (por ejemplo, unidades de generación de base, intermedias y de punta), este efecto se exagera con la entrada de generación ERV de distintas características y atributos. Sumado a lo anterior, también sería prudente considerar la revisión de señales de precios para el ingreso eficiente de generación distribuida que, de desarrollarse de manera adecuada⁵⁸, podría permitir postergar inversiones en otros tipos de infraestructura. En esta misma línea, también vale la pena avanzar en la implementación de mecanismos que habiliten la participación de la demanda en la entrega de servicios que aporten flexibilidad al sistema, permitiendo a los clientes finales interactuar activamente con el mercado eléctrico.

Para la gestión de riesgos sistémicos, particularmente aquellos que surgen de eventos climáticos extremos, es posible que el perfeccionamiento de señales de precios de corto plazo no sea suficiente para incentivar el desarrollo de la infraestructura adecuada para lidiar con situaciones de estrés en que múltiples componentes del sistema eléctrico —o incluso del sistema energético en general— se vean comprometidos de manera simultánea. Además de promover la diversificación de la matriz energética, la gestión de riesgos sistémicos requiere utilizar mecanismos que promuevan la implementación de holguras o redundancias del tipo y tamaño adecuado para hacer frente a periodos de estrés. Para ello, se debe tener presente que el diseño óptimo de este tipo de mecanismos depende de las características y riesgos a los que está expuesto el sistema en cuestión.

Por ejemplo, en el año 2006 en Colombia se modificó el mecanismo utilizado para garantizar la suficiencia de su sistema eléctrico, migrando de un Cargo por Capacidad a un nuevo Cargo por Confiabilidad. Este cambio tuvo el propósito de incentivar la disponibilidad de energía firme —no sólo de capacidad— para hacer frente a las variaciones estacionales de los recursos hídricos, los cuales han aportado históricamente cerca de tres cuartos del total de la producción eléctrica⁵⁹. Ante este desafío, en Colombia se optó por imple-

⁵⁸ Investigadores del Energy Institute del Haas School of Business de la Universidad de California en Berkeley cuentan con numerosos estudios que evalúan el impacto de las señales de precios en los incentivos a la instalación de generación distribuida a nivel residencial.

⁵⁹ Cramton, P., & Stoft, S. (2007, January). Colombia firm energy market. In 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07) (pp. 124-124). IEEE.

⁶⁰ Tal como se indica en la Resolución N°071 del año 2006 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas de Colombia, la Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad (ENFICC) se define como "... la máxima energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación continuamente, en condiciones de baja hidrología, en un período de un año".

⁶¹ Para mayor información sobre los desafíos de diseño de mecanismos de suficiencia para sistemas eléctricos con altos niveles de penetración de ERV y sujetos a riesgos climáticos recomendamos revisar el reporte "Redefining Resource Adequacy for Modern Power Systems" desarrollado por el Energy Systems Integration Group en 2021.

⁶² Dos ejemplos de estudios que ilustran la relación entre la estrategia de transición energética y los costos sistémicos incrementales resultantes son "Net-Zero New England: Ensuring Electric Reliability in a Low-Carbon Future" y "Least Cost Carbon Reduction Policies in PJM", ambos publicados en 2020 por la consultora Energy+Environmental Economics.

⁶³ "Trayectoria del Sector Energía hacia la Carbono Neutralidad en el contexto del ODS7", estudio realizado para Generadoras de Chile por EZBIZ Investigación.

mentar un mecanismo de subastas de obligaciones futuras de energía firme que son transables y que tienen vigencia de 1 a 20 años. Estas obligaciones de energía firme remunerar recursos que puedan entregar energía de manera constante, por ventanas de tiempo lo suficientemente extensas como para hacer frente a los periodos de sequía⁶⁰. Como el mecanismo es basado en una subasta, todos los costos y riesgos comerciales asociados a la entrega de estos compromisos de energía firme, incluyendo tanto los costos de desarrollo y mantención de infraestructura como los posibles costos financieros de contar con contratos de combustible de largo plazo en el caso de unidades térmicas, pueden ser incorporados en las ofertas de los agentes participantes. Este tipo de experiencias ofrecen ejemplos que se podrían considerar en el diseño de mecanismos para enfrentar los nuevos desafíos climáticos, tomando en cuenta que las fuentes de riesgos son diversas, dinámicas y diferenciadas territorialmente, y pueden además ir cambiando en función de la evolución de la matriz energética⁶¹.

Por último, no se debe olvidar que tanto la transición del sistema eléctrico a la carbono neutralidad como la adaptación del mismo a la nueva realidad climática van a requerir de inversiones en nueva infraestructura, lo cual podría tener impactos en las tarifas eléctricas en el largo plazo. Tal como se indica en diversos estudios, el costo de reducción de emisiones del sistema eléctrico depende fuertemente de la estrategia de transición que se utilice⁶². Por ello, resulta relevante que en el desarrollo de estrategias de transición energética no se pierda de vista el principal objetivo de la acción climática: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Con todo, la buena noticia es que varios estudios, incluyendo uno reciente de Generadoras de Chile⁶³, indican que alcanzar la carbono neutralidad resultará no sólo en beneficios netos positivos por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino también porque dicha transformación resultará en cuantiosos cobeneficios locales por la reducción de la contaminación por transporte o calefacción en múltiples ciudades del país. Esperemos que la discusión sobre la mejor forma de transitar a un sistema carbono neutral y adaptado a los nuevos riesgos climáticos sea basada en un análisis con fundamentos, ponderando aspectos sociales, ambientales, económicos y técnicos, buscando soluciones que resulten en el mayor beneficio para toda la sociedad.



Anexo 2.1: Variabilidad de los costos marginales en un día típico

El costo marginal de energía corresponde al costo en que se incurre para suministrar una unidad adicional de producto para un nivel dado de producción. Alternativamente, dado un nivel de producción, es el costo que se evita al dejar de producir la última unidad en la barra correspondiente, considerando para su cálculo la operación determinada por el Coordinador Eléctrico Nacional y las instrucciones emitidas por el Centro de Despacho y Control (CDC) a cada unidad generadora del Sistema Eléctrico Nacional en cumplimiento de la Normativa Vigente.

En la Figura 2.8 se observa la variabilidad de los costos marginales en un día típico de cada uno de los cuatro trimestres del año 2021. Aquí se observa la necesidad de generación a firme en algunas horas y costos marginales bajos en otras, particularmente en las horas de luz, producto de la generación fotovoltaica.

Figura 2.8: Variabilidad de los costos marginales en un día típico



Fuente: CEN

Anexo 2.2: Proyección crecimiento del consumo de electricidad (GWh) en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), 2022-2031, por región.

Región	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
I Región de Tarapacá	2.700	2.800	2.900	4.200	4.800	4.900	4.800	4.900	5.000	5.000	5.100	5.200
II Región de Antofagasta	16.100	19.300	19.600	19.800	20.100	20.300	20.500	20.300	20.900	21.200	20.200	19.900
III Región de Atacama	4.200	4.300	4.600	5.000	5.000	5.300	5.400	5.500	5.500	5.500	5.600	5.700
IV Región de Coquimbo	3.400	3.400	3.600	3.700	3.700	3.900	3.900	3.900	3.900	4.000	4.100	4.100
V Región de Valparaíso	4.600	4.700	4.900	5.100	5.200	5.400	5.500	5.700	5.700	5.900	6.100	6.200
XIII Región Metropolitana	21.600	22.300	22.900	23.500	23.900	24.700	25.300	25.900	26.400	27.100	27.900	28.500
VI Región de O'Higgins	4.500	4.500	4.600	4.800	4.900	5.000	5.200	5.300	5.400	5.500	5.700	5.800
VII Región del Maule	2.900	3.100	3.200	3.200	3.300	3.400	3.500	3.600	3.700	3.800	3.900	4.000
VIII Región del Biobío	5.700	5.900	6.000	6.200	6.300	6.400	6.500	6.700	6.800	7.000	7.200	7.400
IX Región de La Araucanía	1.400	1.500	1.600	1.600	1.600	1.700	1.800	1.800	1.900	1.900	2.000	2.100
X Región de Los Lagos	2.800	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	3.400	3.400	3.500	3.600	3.800	3.900

Fuente: Elaboración propia a partir de informe Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040. Coordinador Eléctrico Nacional (CEN). Diciembre 2020.

Anexo 2.3: Centrales de generación en construcción

CENTRALES DE GENERACIÓN EN CONSTRUCCIÓN									
N	Sistema	Región	Tecnología	Tipo Tecnología	Nombre	Titular	Capacidad Neta (MW)	Inversión (MM USD)	Fecha Estimada Operación
1	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Actualización Proyecto La Cruz Solar	X-Elio	50	110	nov-21
2	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Proyecto Fotovoltaico Valle del Sol (Con Modificación)	ENEL	163	125	nov-21
3	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Mitchi	GR Ruil SpA	9	11,5	nov-21
4	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Tamaya Solar	Engie	122	68	dic-21
5	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Parque Solar Capricornio	Engie	87,9	61	dic-21
6	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Proyecto FV Coya (Modificación)	Engie	192	135	dic-21
7	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Pampa Tigre	Mainstream	100	138	dic-21
8	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Andes II B	AES Andes	180	245	feb-22
9	SEN	Antofagasta	Eólica	ERNC	Parque Eólico Llanos del Viento	Mainstream	156,1	245	feb-22
10	SEN	Antofagasta	Eólica	ERNC	Parque Eólico Ckani	Mainstream	107,2	176	feb-22
11	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	FV Elena	Ibereólica - Repsol	470	535	dic-22
12	SEN	Antofagasta	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Sierra Gorda Solar	ENEL	375	253	dic-22
13	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Proyecto Diego de Almagro Sur 1	Colbún	104	80	nov-21
14	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Proyecto Diego de Almagro Sur 2	Colbún	104	80	nov-21
15	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Sol de los Andes	OPDE	89,4	90	nov-21
16	SEN	Atacama	Solar	ERNC	PMGD FV Astillas	GR Carza SpA	9	13,5	nov-21
17	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Campos del Sol I (Proyecto Campos del Sol Sur)	ENEL	382	321	dic-21
18	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Proyecto Solar Valle Escondido	Mainstream	105	138	dic-21
19	SEN	Atacama	Térmica	Convencional	Central Termoeléctrica Maitencillo	Emelva S.A.	66,9	34	dic-21
20	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Tamarama	Tamarama SpA	9	12	dic-21
21	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Campos del Sol II (Proyecto Campos del Sol Centro)	ENEL	199	137	feb-22
22	SEN	Atacama	Solar	ERNC	Campos del Sol II (Proyecto Campos del Sol Norte)	ENEL	199	137	mar-22
23	SEN	Coquimbo	Térmica	Convencional	Central de Respaldo Llanos Blancos	Prime Energía	150	70	nov-21
24	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Nueva Central Solar Fotovoltaica Santa Francisca	CVE Proyecto Diecisiete SpA	5,7	7,6	nov-21
25	Autoconsumo	Coquimbo	Térmica	Convencional	Central GLP Talcuna	Marquesa Clp SpA	6	3,5	dic-21
26	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Planta Solar Fotovoltaica Caracas (Planta FV Caracas I y Planta FV Caracas II)	Generadora Sol Soliv SpA	18	38	dic-21
27	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Don Enrique	Don Enrique SpA	9	12	dic-21
28	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Gabriela	Bronte SpA	9	12	dic-21
29	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Huaquelón	Nueva Gales SpA	9	12	dic-21
30	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Anakena	Anakena SpA	9	12	ene-22
31	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Sunhunter	Sunhunter SpA	9	12	ene-22
32	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Granate	Granate SpA	9	12	feb-22
33	SEN	Coquimbo	Solar	ERNC	PMGD FV Pastrán	Pastrán SpA	9	12	feb-22
34	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Guadalupe	Guadalupe Solar SpA	5,6	7,8	nov-21
35	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	PMGD Escorial del Verano Solar	Corcovado de Verano SpA	3	4	nov-21
36	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	PMGD FV Rexner	Energía First SpA	3	3	nov-21
37	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	Parque Solar Fotovoltaico Villa Alemana	Anumar Energía del Sol 1 SPA	3	2,9	nov-21
38	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	PMGD FV San Antonio Malvilla	Farmdo Energy Chile SpA	3	3	dic-21
39	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	PMGD FV Foster	Andina Solar 6 SpA	3	4	ene-22
40	SEN	Valparaíso	Solar	ERNC	Meseta de Los Andes	Sonnedix	156,2	165	sept-22

CENTRALES DE GENERACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

N	Sistema	Región	Tecnología	Tipo Tecnología	Nombre	Titular	Capacidad Neta (MW)	Inversión (MM USD)	Fecha Estimada Operación
41	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	PMGD Cóndor Pelwin	Andes Solar S.A.	3	3	nov-21
42	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	PMGD Peñaflo Solar I	Peteroa Energy SpA	9	10,2	nov-21
43	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Los Corrales del Verano	Licanabur de Verano SpA	9	10,2	nov-21
44	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Nazarino del Verano	Socompa de Verano SPA	3	4	nov-21
45	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	El Monte Solar	Callaqui de Verano SPA	2,8	3,5	nov-21
46	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Los Tauretes	CVE Proyecto Ocho SpA	3	3	nov-21
47	SEN	Metropolitana	Térmica	Convencional	PMGD Aggreko 01	Aggreko Chile Ltda	3	1,1	nov-21
48	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Gabardo del Verano	Salado Energy SpA	3	4	dic-21
49	SEN	Metropolitana	Hidro	Convencional	Alto Maipo - Central Las Lajas	AES Andes	267	1532	dic-21
50	SEN	Metropolitana	Hidro	Convencional	Alto Maipo - Central Alfalfa II	AES Andes	264	1516	dic-21
51	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	PMGD FV Chicauma del Verano	Puntiagudo Energy SpA	9	10,2	dic-21
52	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Nueva Central Solar Fotovoltaica Macao	Macao Solar SpA	9	9,6	dic-21
53	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	PMGD FV Salerno	PMGD Salerno SpA	2,8	3	dic-21
54	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Fuster del Verano	Lascar Energy SpA	9	10	ene-22
55	SEN	Metropolitana	Solar	ERNC	Nueva Central Solar Fotovoltaica Mandinga	Mandinga Solar SpA	9	9,6	mar-22
56	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Cóndor	GR Lleuque SpA	9	11,5	nov-21
57	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Colchagua	Parque Solar Lo Prado SpA	2,7	3,5	nov-21
58	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	PMGD FV Coltauco Almendro	Acuario Solar SpA	2,9	3	dic-21
59	SEN	O'Higgins	Térmica	Convencional	PMGD Diésel Coya	Inmobiliaria, Inversiones y Servicios Power Chile Limitada	3	0,7	ene-22
60	SEN	O'Higgins	Minihidro	ERNC	Central Hidroeléctrica Punta del Viento	Sociedad Hidroeléctrica Punta del Viento SpA	2,9	9	ene-22
61	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Maitenes	Maitenes Solar Spa	9	20	ene-22
62	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Palmilla Cruz	Parque Solar Lo Chacón SpA	9	10,7	ene-22
63	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Las Tencas	PFV Las Tencas SpA	9	12	feb-22
64	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Planta Fotovoltaica Nan	GR Hornopirén SpA	8	12	mar-22
65	SEN	O'Higgins	Minihidro	ERNC	Ampliación Minicentral Hidroeléctrica de pasada sector Río Damas	Hidroeléctrica Dos Valles SpA	9	4,5	jun-22
66	SEN	O'Higgins	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Las Cachañas	PFV Las Cachañas SpA	9	12	jun-22
67	SEN	Maule	Térmica	Convencional	Central de Respaldo San Javier - Etapas I y II	Prime Energía	50	50	nov-21
68	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Machicura	Colbún S.A.	9	9	nov-21
69	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Solar San Antonio	Cuenca Solar SpA.	9	12	nov-21
70	SEN	Maule	Solar	ERNC	PMGD FV Los Tordos	PFV Los Tordos SpA	9	12	nov-21
71	SEN	Maule	Solar	ERNC	PMGD Playero - Etapa III	Playero SpA	3	3	nov-21
72	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Curicura	Parque Solar Aurora SpA	9	9	dic-21
73	SEN	Maule	Solar	ERNC	Proyecto Fotovoltaico Piduco II	Patagua SpA	3	3	dic-21
74	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico "El Trile"	PFV El Trile SpA	9	12	ene-22
75	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Solar Caracoles	Epicentro Energía	3	3	ene-22
76	SEN	Maule	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Pencahue Este	Solek Desarrollos SpA	2,7	3,5	ene-22
77	SEN	Maule	Solar	ERNC	PMGD San Javier I	San Javier I SpA	2,5	3	may-22
78	SEN	Maule	Hidro	Convencional	CH Los Cóndores	ENEL	150	900	dic-23
79	SEN	Ñuble	Solar	ERNC	PMGD FV La Palma	Santa Elvira Energy SpA	9	12	nov-21
80	SEN	Ñuble	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico Centauro Solar	Centauro Solar SpA	9	13,7	may-22
81	SEN	Ñuble	Hidro	Convencional	Central Ñuble de Pasada (Hidroñuble)	Eléctrica Puntilla	136	504	jun-24

CENTRALES DE GENERACIÓN EN CONSTRUCCIÓN									
N	Sistema	Región	Tecnología	Tipo Tecnología	Nombre	Titular	Capacidad Neta (MW)	Inversión (MM USD)	Fecha Estimada Operación
82	SEN	Biobío	Eólica	ERNC	Parque Eólico Mesamávida	AES Andes	60	73	nov-21
83	SEN	Biobío	Solar	ERNC	PMGD FV Puelche	Puelche Flux Sphera SpA	2,6	3	nov-21
84	SEN	Biobío	Minihidro	ERNC	Minicentral Hidroeléctrica La Confianza	Hydroconfianza SpA	2,6	10	dic-21
85	SEN	Biobío	Eólica	ERNC	Parque Eólico Lomas de Duqueco	WPD	57,4	80	ene-22
86	SEN	Biobío	Eólica	ERNC	Parque Eólico Campo Lindo	AES Andes	81,7	170	abr-22
87	SEN	Araucanía	Eólica	ERNC	Parque Eólico Renaico II (ex-Parque Eólico Puelche)	ENEL	85,5	102	abr-22
88	SEN	Araucanía	Eólica	ERNC	Parque Eólico Renaico II (ex-Parque Eólico Las Viñas)	ENEL	58,5	74	abr-22
89	SEN	los Ríos	Térmica	Convencional	PMGD Dreams Valdivia II	Empresas Lipigas S.A.	1,6	0,7	nov-21
90	SEN	los Ríos	Eólica	ERNC	Parque Eólico Camán	Mainstream	206	316	jun-22
91	SEN	los Lagos - los Ríos	Hidro	Convencional	CH Los Lagos	Statkraft	48,7	173	ago-22
92	SEN	los Lagos	Minihidro	ERNC	Hornopirén	Nanogener SpA	0,3	3	nov-21
93	SEN	los Lagos	Minihidro	ERNC	CH Alto Bonito (PMG Alto Bonito)	Hidrobonito S.A.	2,5	7	dic-21
94	SEN	los Lagos	Eólica	ERNC	PE Ochs	Ochs SpA	2,9	6,3	dic-21
95	SEN	los Lagos	Eólica	ERNC	Parque Eólico Puelche Sur	Mainstream	152,4	255	feb-22
96	SEA	Aysén	Solar	ERNC	Parque Fotovoltaico El Blanco	Empresa Eléctrica de Aysén S.A.	3	3	nov-21
97	SEA	Aysén	Minihidro	ERNC	Hidroeléctrica San Víctor (ex.-CH San Víctor)	Empresa Eléctrica San Víctor SpA	3	12	dic-21
98	SEA	Aysén	Minihidro	ERNC	Central hidroeléctrica Los Maquis	Grupo SAESA	1	1,8	dic-21
99	SEM	Magallanes y de la Antártica Chilena	Eólica	ERNC	Instalación de generación Híbrida Eólica-Diesel Villa Ponsomby Río Verde	Ilustre Municipalidad de Río Verde	0,1	0,8	nov-21
Total							5.561	9.606	

Fuente: Elaboración propia a partir de Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación. Asociación de Generadoras de Chile, noviembre de 2021.

Anexo 2.4: Obras de expansión del Sistema de Transmisión Nacional y de los sistemas de transmisión zonal

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Nacional
Obras de Ampliación

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Vida Útil (años)	Propietarios	Ejecución
1	Tarapacá	Reemplazo Equipo de Compensación Reactiva en S/E Lagunas (RCER AT)	36	20,0	38	Transec S.A.	Obligatoria
2	Tarapacá	Aumento de Capacidad Línea 2x220 kV Tarapacá - Lagunas, Tramo Nueva Lagunas - Lagunas	48	3,8	47	Transec S.A.	Obligatoria
3	Antofagasta	Aumento de Capacidad Línea 2x220 kV Encuentro - Kimal	30	5,7	44	Sociedad Austral de Transmisión Troncal S.A. y Transec S.A.	Obligatoria
4	Antofagasta	Ampliación en S/E Kimal 500 kV (IM)	48	2,5	49	Transec S.A.	Obligatoria
5	Antofagasta	Aumento de Capacidad Línea 2x220 kV Nueva Zaldivar - Likanantai	24	10,5	44	AES Gener S.A. y Transec S.A.	Obligatoria
6	Antofagasta	Ampliación en S/E Parinas (NTR ATAT)	36	19,0	37	Transec S.A.	Obligatoria
7	Atacama	Ampliación en S/E Algarrobal 220 kV (IM)	18	1,3	47	ENGIE Energía Chile S.A.	Condicionada
8	Atacama	Ampliación en S/E Don Héctor 220 kV (IM) y Seccionamiento Línea 2x220 kV Nueva Maitencillo - Punta Colorada	30	10,0	33	Transec S.A.	Obligatoria
9	Coquimbo	Ampliación en S/E Don Goyo 220 KV (BPS+BT)	30	2,6	47	Parque Eólico El Arrayán SpA	Obligatoria
10	Maule	Nuevo Equipo de Compensación Reactiva en S/E Ancoa (NCER AT)	36	34,2	38	Transec S.A.	Obligatoria
11	Biobío	Aumento de Capacidad Línea 1x220 kV Charrúa - Hualpén, Tramo Concepción - Hualpén	30	4,2	36	Transec S.A.	Obligatoria
12	Los Lagos	Reactor en S/E Nueva Ancud (NR AT)	30	3,9	28	Transec Holdings Rentas Limitada	Condicionada
Total				117,7			

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Nacional
Obras Nuevas

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Ejecución
1	Interregional (Tarapacá-Antofagasta)	Nueva S/E Seccionadora Nueva Lagunas y Nueva Línea 2x500 kV Nueva Lagunas - Kimal	48	194,5	Obligatoria
2	Biobío	Nueva S/E Seccionadora La Invernada	30	7,5	Condicionada
Total				202,0	



112



ccbc

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras de Ampliación - Sistema B

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Vida Útil (años)	Propietario	Ejecución
1	Coquimbo	Ampliación en S/E La Ruca 110 kV (BPS+BT), Nuevo Patio 220 kV (IM) y Nuevo Transformador (ATAT)	36	10,5	31	Sociedad Austral de Electricidad S.A.	Obligatoria
2	Coquimbo	Aumento de Capacidad Línea 2x110 kV La Ruca - Ovalle	30	5,6	43	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
Total				16,1			

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras de Ampliación - Sistema D

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Vida Útil (años)	Propietario	Ejecución
1	Metropolitana	Ampliación en S/E Chicureo (NTR ATMT)	24	4,5	34	Enel Transmisión Chile S.A.	Obligatoria
2	Metropolitana	Ampliación en S/E Santa Raquel (NTR ATMT)	24	3,9	34	Enel Transmisión Chile S.A.	Obligatoria
Total				8,3			

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras de Ampliación - Sistema E

Nº	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Vida Útil (años)	Propietario	Ejecución
1	Metropolitana	Ampliación en S/E Isla de Maipo (RTR ATMT)	24	3,2	29	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
2	O'Higgins	Ampliación en S/E Punta de Cortés (NTR ATAT)	24	5,1	31	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
3	O'Higgins	Aumento de Capacidad Línea 1x66 kV Punta de Cortés – Tuniche, Tramo Punta de Cortés – Puente Alta	24	0,8	45	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
4	O'Higgins	Ampliación en S/E Las Cabras (NTR ATMT)	24	3,1	30	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
5	O'Higgins	Ampliación en S/E Rosario 66 kV (BS)	36	0,6	47	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
6	O'Higgins	Ampliación en S/E La Ronda (NTR ATMT)	24	4,3	27	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
7	Interregional (O'Higgins y Maule)	Ampliación en S/E Parronal (NTR ATMT) Y Seccionamiento Línea 1x66 kV Los Maquis – Hualañé	24	4,3	27	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
8	Maule	Seccionamiento Línea 1x66 kV Teno – Curicó en S/E Rauquén 66 kV (BS)	30	2,0	26	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
9	Maule	Ampliación en S/E Panguilemo (NTR ATMT)	24	3,2	29	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
10	Maule	Ampliación en S/E Linares 154 kV (BS)	36	1,0	47	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
11	Ñuble	Ampliación en S/E Hualte (NTR ATMT)	24	3,0	28	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
12	Ñuble	Ampliación En S/E Monterrico (NTR ATMT)	24	3,0	33	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
13	Ñuble	Aumento de Capacidad Línea 1x66 kV Santa Elvira – Tap El Nevado	24	1,7	30	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
14	Ñuble	Ampliación en S/E Quilmo II 66 kV (BS) y Seccionamiento Línea 1x66 kV Chillán – Tap Quilmo	36	2,0	23	Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica de Chillán Ltda (Copelec)	Obligatoria
15	Ñuble	Ampliación en S/E Santa Elisa 66 kV (NBP+BT), Nuevo Transformador (ATMT) y Seccionamiento Línea 1x66 kV Nueva Aldea – Santa Elvira	36	4,5	28	Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica de Chillán Ltda (Copelec)	Obligatoria
16	Biobío	Ampliación en S/E Perales (NTR ATMT)	24	3,4	28	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
17	Biobío	Aumento de Capacidad Línea 1x66 kV Coronel – Arenas Blancas	24	1,5	29	Compañía General de Electricidad S.A.	Obligatoria
18	Biobío	Ampliación En S/E Santa Bárbara (RTR ATMT)	24	2,3	33	Sistema de Transmisión del Sur S.A.	Obligatoria
19	Araucanía	Ampliación en S/E Celulosa Pacífico (BS)	30	2,9	24	CMPC Pacífico	Condicionada
Total				51,8			

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras de Ampliación - Sistema F

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Vida Útil (años)	Propietario	Ejecución
1	Los Lagos	Ampliación en S/E Los Lagos (NTR ATMT)	24	3,1	33	Sistema de Transmisión del Sur S.A.	Obligatoria
2	Los Lagos	Ampliación en S/E Pichirropulli (RTR ATMT)	24	2,7	29	Sistema de Transmisión del Sur S.A.	Obligatoria
Total				5,8			

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras Nuevas - Sistema B

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Ejecución
1	Coquimbo	Nueva Línea 2x220 kV Don Goyo - La Ruca	36	21,9	Obligatoria
Total				21,9	

Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Zonal
Obras Nuevas - Sistema E

N°	Región	Proyecto	Plazo Constructivo (meses)	Inversión (MM USD)	Ejecución
1	O'Higgins	Nueva S/E Seccionadora Totihue y Nueva Línea 2x66 kV Totihue - Rosario	36	20,5	Obligatoria
2	Interregional (O'Higgins y Maule)	Nueva S/E Seccionadora Buenavista	30	16,9	Obligatoria
3	Maule	Nueva S/E Seccionadora Llepu y Nueva Línea 2x154 kV Llepu - Linares	36	26,6	Obligatoria
4	Ñuble	Nueva S/E Seccionadora Buli	30	9,9	Obligatoria
5	Ñuble	Nueva S/E Coiquén y Nueva Línea 1x66 kV Coiquén - Hualte	36	8,6	Obligatoria
6	Ñuble	Nueva Línea 1x66 kV Santa Elisa - Quilmo II	36	5,2	Obligatoria
Total				87,6	

Fuente: Informe Técnico Final Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2020. Comisión Nacional de Energía (CNE), abril 2021.





Capítulo 3

Tele comunicaciones

1 Resumen ejecutivo

El sector telecomunicaciones en Chile se ha transformado en uno de los rubros de la actividad económica cuyo dinamismo está marcado por el crecimiento constante, una alta competencia entre empresas concesionarias, innovaciones constantes en tecnología, y eficiencias que se reflejan en una reducción en la oferta de precios para los consumidores finales.

La importancia del sector lo ha llevado a transformarse en uno de los motores del crecimiento económico del país, contribuyendo en la conectividad de ciudades y de la infraestructura crítica para el desarrollo de la nación.

La pandemia del Covid-19 por su parte, tanto a nivel mundial como en Chile, provocó la necesidad de establecer sistemas de teletrabajo y teleeducación, acelerando el desarrollo de los servicios tecnológicos relacionados, así como la necesidad de reforzar las redes de telecomunicaciones, tanto fijas como móviles para soportar estos servicios, principalmente en zonas residenciales, lo que también impactó en las inversiones del sector.

Por último, en los años 2020 y 2021 se ha comenzado a nivel mundial el despliegue de las redes móviles de 5ta. Generación (Redes 5G) y en el caso de Chile, ya se ha licitado el espectro necesario para que estas redes sean desplegadas a nivel nacional en los próximos años.

Tabla 3.1: Resumen de avances y requerimientos de inversiones 2022-2031

MM US\$	Déficit 2018-2021	Capex 2022-2031	Inv. Neta requerida
Accesos BAF	1.320	7.141	8.461
Accesos BAM	2.146	16.557	18.703
Inversiones en Fibra óptica	111	534	645
TOTAL	3.577	24.232	27.809

Fuente: Elaboración propia.





2

Reseña del sector

A continuación, se presenta un análisis en detalle de la situación actual de la Industria de las Telecomunicaciones en Chile, que actualiza, complementa y contrasta la información descrita en informes anteriores. Cabe destacar que esta actualización incorpora nuevos análisis, consistentes con la reciente inclusión de nueva información por parte de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) y otras fuentes nacionales e internacionales relacionadas con la industria.

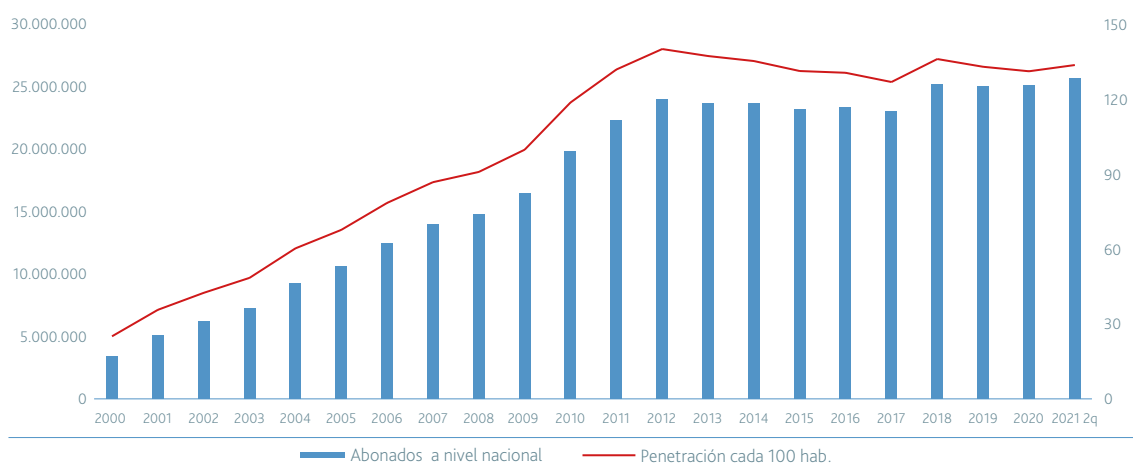
Segmento móvil

El segmento de abonados móviles es, sin lugar a duda, el subgrupo que concentra el mayor número de clientes de la industria, superando los 25,7 millones a finales de 2020. Cabe destacar que desde el 2018 las tasas de crecimiento han permanecido relativamente constantes, en comparación a períodos anteriores, mostrando valores de penetración constantes cercanos a 130 clientes o dispositivos por cada 100 habitantes.

Este segmento se caracteriza, además, por ser altamente competitivo, presentando una amplia gama de planes, tanto en prepago como en postpago, los que privilegian entregar al cliente mayores volúmenes de datos, comprendido que, en la actualidad, los usuarios se comunican preferentemente mediante el uso internet por aplicaciones como “WhatsApp”, relegando a un segundo plano la comunicación tradicional por voz. Asimismo, otra herramienta clave en la competitividad y dinamismo del mercado, es la “Portabilidad Numérica”, que ha permitido que los usuarios puedan cambiarse al prestador de servicios de su preferencia de forma rápida y eficiente, manteniendo su número telefónico



Gráfico 3.1: Evolución del parque de abonados móviles y penetración



Fuente: Serie Abonados Móviles a junio 2021, SUBTEL.

Evolución tecnológica

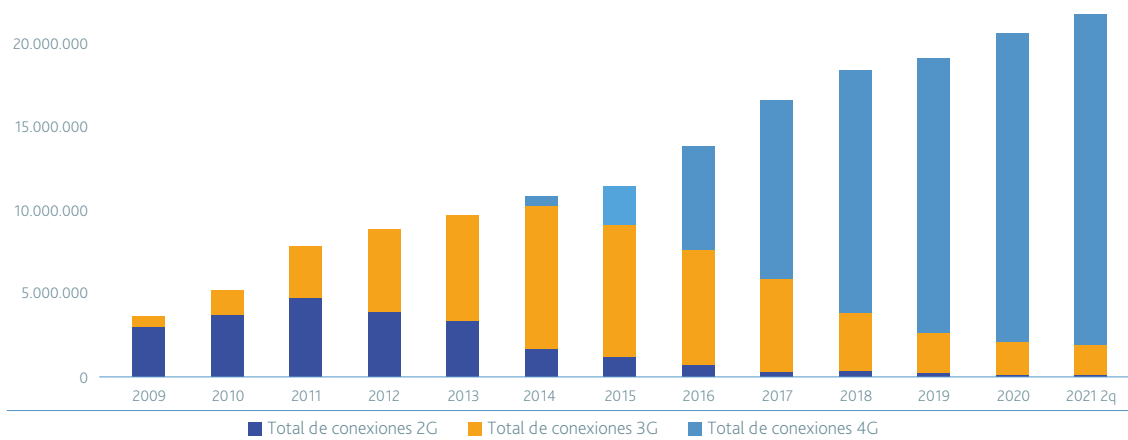
Desde el año 2012 se ha observado un aumento importante en la tasa de crecimiento de usuarios con Smartphone, y por ende de las redes móviles 3G y 4G, incluyendo terminales de Banda Ancha Móvil (en adelante, BAM).

A modo de ejemplo, a fines de 2014 alrededor del 40% de los abonados móviles contaban con servicios de datos de banda ancha¹ en su equipo a través de la red móvil, mientras que, a finales de 2020 esta cifra ya alcanzaba un 82%, con un crecimiento sostenido en el tiempo.

Este incremento en el número de conexiones de internet móvil se ha visto potenciado por la masificación de la tecnología 4G, la que ha sido capaz de adaptarse a la creciente demanda de datos que los terminales 2G y 3G no son capaces de soportar. Según cifras informadas por SUBTEL, durante el segundo trimestre de 2021 las conexiones 4G alcanzaron un 91% del total, mientras que las conexiones 3G y 2G concentran un 8% y un 1% respectivamente.

En la misma línea, en el mediano plazo se espera que el número de conexiones 3G siga en una pendiente decreciente pasando a niveles marginales, caso similar a lo que sucede con las conexiones 2G en la actualidad, hoy supeditadas principalmente a soportar las conexiones máquina a máquina. Por su parte, los operadores de redes móviles seguirán invirtiendo en el desarrollo y fortalecimientos de sus redes 4G, y de forma paralela ya se encuentran preparando la entrada en funcionamiento de las primeras redes 5G.

Gráfico 3.2: Evolución del número de conexiones 2G, 3G y 4G.



Fuente: Serie Conexiones Internet Móvil a junio 2021, SUBTEL.

¹ Según definición OCDE, banda ancha corresponde a servicios con velocidad igual o superior a 256kbps

Consumo de datos móviles

Tal y como se indicó previamente, la penetración de servicios móviles en Chile está tomando valores constantes cercanos a los 130 clientes o dispositivos por cada 100 habitantes, y más del 93,6% 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.

Hoy en día resulta común utilizar la red o dispositivos móviles para acceder a tareas cotidianas, como operaciones bancarias, agendar consultas médicas, mensajería, controlar el consumo de calorías, series de televisión, aplicaciones de tele-trabajo y tele-educación y disfrutar de un innumerable conjunto de aplicaciones en casi todos los ámbitos de la actividad de las personas y empresas. Sin embargo, esto acarrea como consecuencia enormes desafíos para las empresas de telecomunicaciones, demandando mayores sumas de inversión en infraestructura para mantener una adecuada calidad de servicio.

Otro factor importante en el consumo de datos móviles es el IoT o Internet de las Cosas, que corresponde a una serie de dispositivos que se comunican e interconectan mediante el uso de internet, sin la necesidad de una interacción directa con una persona humana, y están diseñados para proporcionar datos de forma instantánea y continua. 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 latencias² y baja en los costos de despliegue y operación, han permitido la aparición de más aplicaciones, orientadas a nuevas prestaciones.

Sin lugar a duda, en la actualidad es común encontrar dispositivos IoT en todas partes, ya sea como dispositivos telemétricos utilizados en diversas industrias donde destacan la Agricultura y la Minería, o en elementos de uso cotidiano tales como smartbands, refrigeradores y gadgets de todo tipo, que sólo necesitan una conexión de red inalámbrica (BT o WIFI) para iniciar los procesos de comunicación autónoma. Sin embargo, existe otro grupo de dispositivos IoT, denominados por SUBTEL como Machine to Machine (M2M), y que para su funcionamiento requieren del uso de planes de datos de telefonía celular 3G o 4G, cuyo crecimiento en Chile no había sido el esperado, manteniéndose en niveles cercanos a las 500.000 unidades desde el año 2016 y con tasas de crecimiento muy bajas, sin embargo, durante el segundo trimestre de 2021, estos dispositivos lograron incrementar su número en 137 mil unidades, esto podría deberse a la irrupción de nuevos proveedores de dispositivos de pago con tarjetas bancarias, orientados a pequeños emprendedores como SumUp.

Precisamente, el segmento M2M es el que ha evidenciado una brecha significativa con respecto al promedio de la OCDE, ya que en Chile la penetración de M2M se centra en valores de 3,1 dispositivos por cada 100 habitantes, mientras que en la OCDE este valor supera los 27 dispositivos por cada 100 habitantes³, aumentando casi 5 puntos desde la última actualización de este informe, lo que acrecienta aún más la brecha existente entre Chile y la OCDE.

² Retardo en el intercambio de datos de las redes

³ Informe estadístico OCDE “M2M (machine-to-machine) SIM cards per 100 inhabitants”

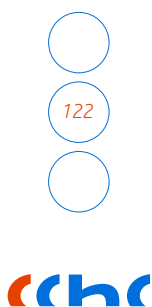
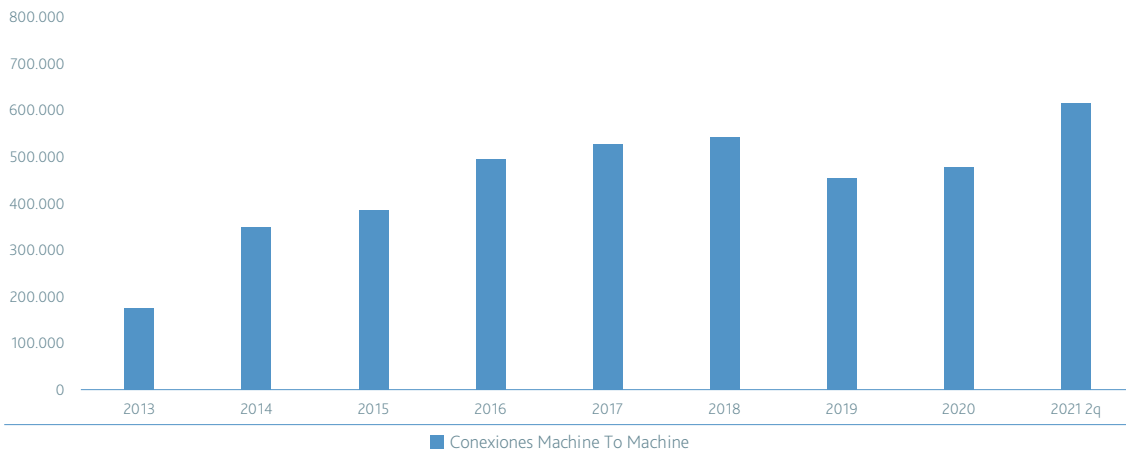


Gráfico 3.3: Evolución del parque M2M en Chile



Fuente: Serie Conexiones Internet Móvil 3G+ 4G a junio 2021, SUBTEL.

Con respecto al consumo de datos derivado de terminales móviles, según cifras de SUBTEL⁴ incluidas en la "primera radiografía del tráfico de datos en Chile" del año 2018 y complementada con la información actualizada, el tráfico de datos en los períodos 2019 a 2021 estaría creciendo a una tasa promedio anual cercana al 40%, con una tendencia lineal que se mantendría en el mediano plazo. Por otra parte, fuentes internacionales⁵ y de la industria local indican que este crecimiento a futuro podría tener una tasa anual cercana al 50%.

Durante los últimos meses de 2019, se pudo apreciar los efectos del estallido social sobre tráfico de datos móviles, con una caída marcada en los valores probablemente producto de los daños en infraestructura, sin embargo, durante los primeros meses de 2020 se logra recuperar los niveles habituales, e incluso se evidencia un leve aumento producto de la pandemia del COVID-19. De todas formas, el impacto de esta contingencia en el tráfico de datos de redes móviles es, más bien, moderado y el mayor aumento se vio reflejado principalmente en las redes de datos fijas.

En consecuencia, las redes de telecomunicaciones en los próximos 10 años deberán ser capaces de absorber una enorme cantidad de tráfico de datos respecto a la situación actual. Esto sin duda representa un gran desafío industrial, el cual, para ser abordado, exige resolver adecuadamente una serie de asuntos, tales como:

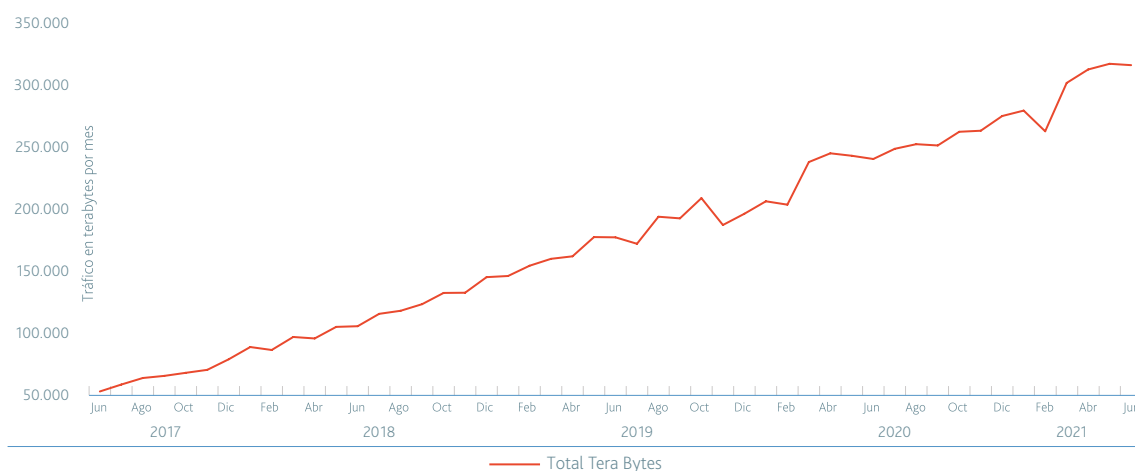
- Restricciones asociadas al despliegue de infraestructura móvil por cuestiones regulatorias, medio ambientales y otras.
- Renovación de terminales del usuario final que permitan hacer mejor uso de nuevas tecnologías.

⁴Primera radiografía al tráfico de datos, SUBTEL 2018

⁵CISCO VNI 2017-2022

- Revisión del modelo de competencia de redes, para proponer sistemas efectivos de compartición de infraestructura entre competidores.
- Incremento de tráfico producto de confinamientos de tipo sanitario o eventos catastróficos derivados de inestabilidad social.

Gráfico 3.4: Evolución de la demanda total de datos móviles



Fuente: Serie Tráfico de Datos Móviles a junio 2021, SUBTEL.

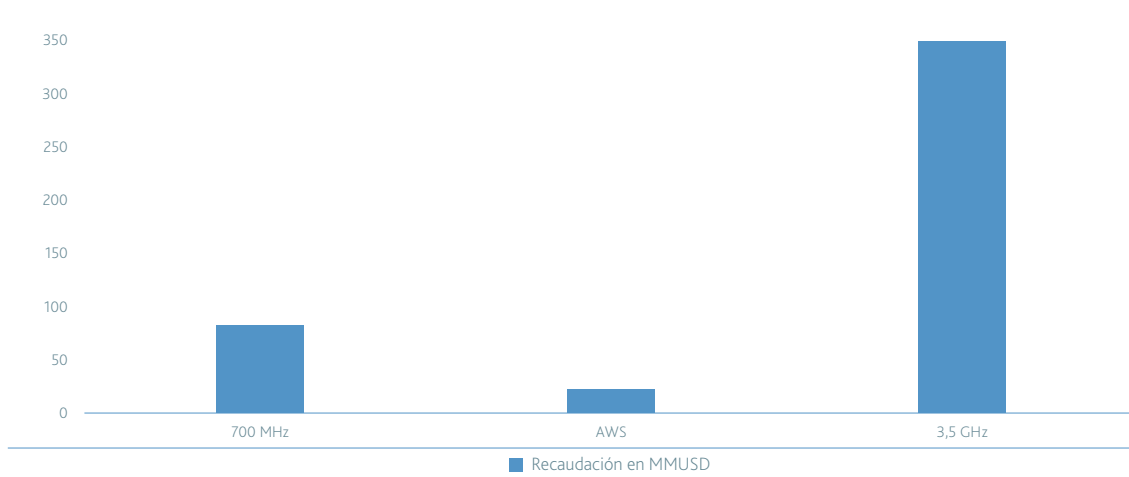
Todo lo anterior deberá desarrollarse en un entorno altamente competitivo, con márgenes económicos cada vez más estrechos debido a la intensa competencia, y con una necesidad creciente de inversión para aumentar la capacidad de las redes, donde el despliegue de la tecnología 5G será uno de los actores principales de la industria.

Licitaciones de espectro y despliegue de la red 5G en el país, impacto en conectividad y velocidades

Las redes de telefonía móvil de quinta generación, denominadas comúnmente como 5G, traen consigo la promesa de mejorar la experiencia de los usuarios finales, ofreciéndoles nuevas aplicaciones y servicios capaces de alcanzar velocidades de varios gigabits, así como de incrementar significativamente la calidad de funcionamiento y la fiabilidad de la señal. Cabe destacar que, si junto a una mejora de las redes por medio del 5G se desarrollan nuevas aplicaciones de la Inteligencia Artificial (IA), se dará un sentido práctico a los datos más allá del uso que actualmente le dan los usuarios Smartphone, gestionando y orquestando los recursos de red, y dotando de inteligencia a los sistemas conectados y autónomos, lo que podría sentar las bases para comenzar a avanzar de forma significativa hacia una sociedad 4.0.

A nivel mundial, se espera que las conexiones 5G alcancen cerca de 1.200 millones al 2025⁶. Actualmente en nuestro país, las empresas de telecomunicaciones se han adjudicado bloques de explotación para redes 5G en las bandas de espectro 700 MHz, AWS, 3,5 GHz y 26 GHz, lo que generó una recaudación récord para el estado de MMUSD 453,5, muy por sobre todo lo recaudado en todos los concursos anteriores.

Gráfico 3.5: Recaudación en MMUSD concurso 5G



Fuente: SUBTEL.

Según el informe de resultados del concurso, el porcentaje de cobertura mínima exigida fue de 90%. De esta forma en los proyectos técnicos se comprometen a cubrir:

- 344 comunas en la banda de 700 MHz (WOM)
- 345 comunas en la banda de AWS (WOM)
- 331, 318 y 337 comunas en la banda 3,5 GHz (WOM, Entel y Telefónica, respectivamente)

Asimismo, se estableció un plazo máximo de 3 años para poner en funcionamiento la tecnología, donde, además se especificaron las siguientes metas:

- 88% de las coberturas comunales comprometidas en todas las bandas adjudicadas estarán los primeros 18 meses.
- 100% de hospitales de cabeceras provinciales y regionales el primer año
- 100% de las localidades obligatorias en 18 meses.

Otro punto interesante de esta licitación es que, por primera vez se exige cumplimiento de niveles de calidad de servicio, lo que es medido como velocidad instantánea de transmisión de datos, según los siguientes requerimientos:

- 6 Mbps (para LTE advanced Pro) 700 MHz y AWS.
- 18 Mbps en 5G para la banda 700 MHz y AWS.
- 45 Mbps para 5G en la banda de 3.5 GHz.
- 360 Mbps para 5G en la banda de 26 GHz.

⁶ BCC Research 2021, Global 5G Infrastructure Market 2021-2026.

El despliegue de esta tecnología 5G requiere, una densidad de despliegue significativamente mayor, medida como número de antenas en una determinada superficie, que la actual red 4G, y “se espera que el despliegue de inversiones tras el concurso 5G, para cumplir los requerimientos técnicos de los actuales concursos, más el despliegue comercial de los mismos, alcanzan a USD 4.000 millones en los próximos 5 años, entre ellos incrementar en los próximos 3 años un mínimo de 6.500 nuevas antenas”⁷.

La industria considera que las primeras redes 5G comenzarían a funcionar en zonas urbanas con una elevada densidad de población y ofrecerán servicios tales como la banda ancha móvil mejorada (eMBB).

Otro aspecto importante para considerar al momento de plantear el desafío de explotar una red de tipo 5G, tiene relación con la infraestructura de transmisión más adecuada para transportar los grandes volúmenes de información hacia el núcleo de red. Por capacidad de datos, y por cobertura de largo plazo, los sistemas de FO serán la tecnología obligada para conectar los sitios de radio con el núcleo del sistema, pero esto propone un desafío adicional, puesto que las redes 3G y 4G, solo en un porcentaje se enlazan con esta tecnología, utilizando en muchos casos enlaces de radio, lo que no sería posible en 5G, debido mayor ancho de banda.

Igual de relevante, al momento de considerar la implementación de una red comercial 5G, es la disponibilidad y el costo de los terminales que cumplan con el estándar para utilizar dicha tecnología. En la actualidad existe una gama limitada de terminales compatibles, restringiéndose principalmente a algunos móviles de gama alta, con valores de adquisición que no permiten su masificación. Sin embargo, se espera que en el corto plazo se logre una masificación de terminales a precios más asequibles, tal como ocurrió con 3G y 4G.

Segmento fijo

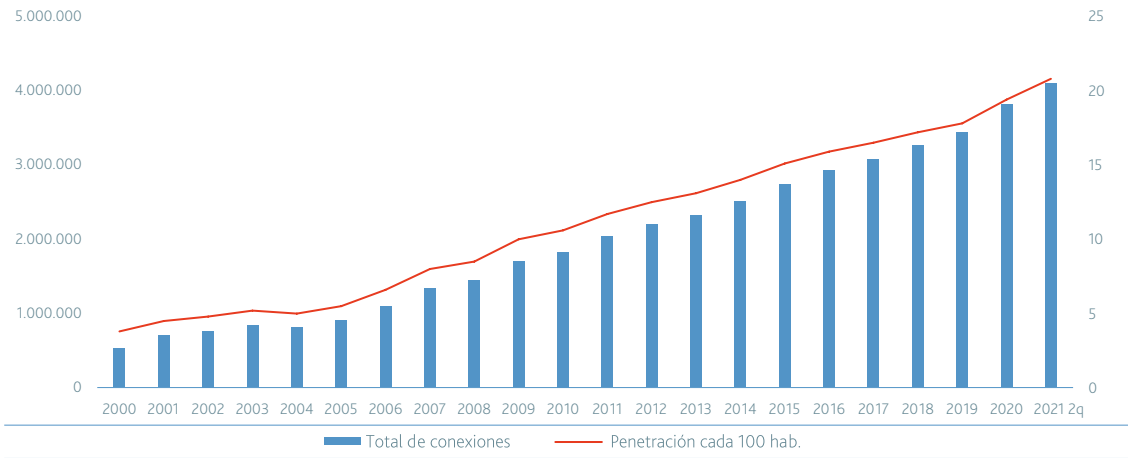
En cuanto a los servicios de banda ancha fija, es posible apreciar que la tasa de crecimiento se había mantenido relativamente constante desde el año 2014 hasta finales de 2019, y la penetración era cercana a las 17 conexiones por cada 100 habitantes, sin embargo, producto del incremento en el teletrabajo producto de la pandemia, se ha visto un aumento significativo en el número de conexiones, contando, a junio de 2021, con más de 4 millones y una penetración de 20,8 conexiones por cada 100 habitantes.

Según datos publicados por SUBTEL, los accesos de internet fijo a finales de 2020 alcanzaron los 3,8 millones con un crecimiento de 12,7% en 12 meses y, del total de accesos de internet fijo, un 90,1% corresponde a accesos residenciales y solo un 9,9% a comerciales. Adicionalmente, los accesos comerciales han sufrido una baja sostenida desde septiembre-octubre de 2019, lo que, según el instituto nacional de estadística (INE), se vería acrecentado por efecto directo de la pandemia a inicios de 2020, donde gran parte de la fuerza laboral estuvo confinada y/o en teletrabajo⁸.

⁷ Informe concurso 5G, SUBTEL

⁸ Informe del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) acerca de las conexiones a internet en hogares de Chile.

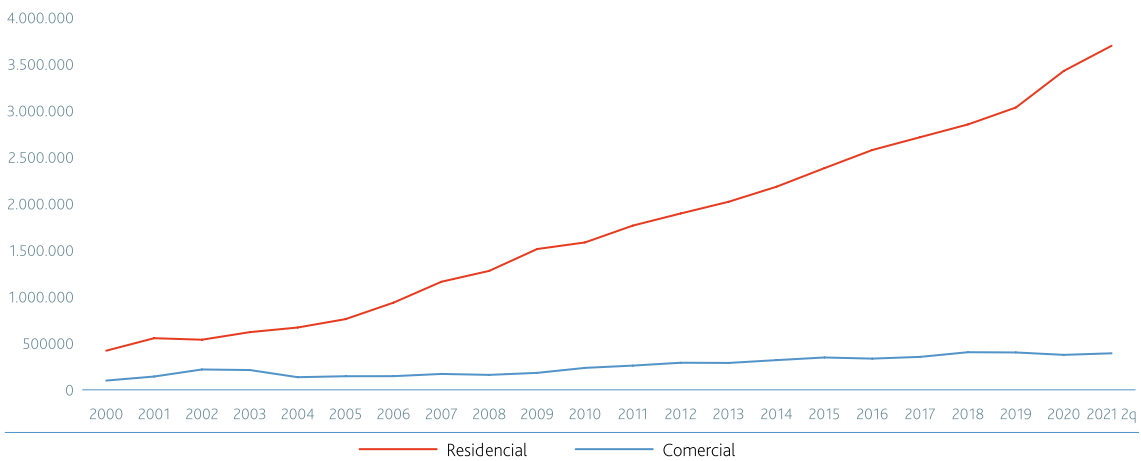
Gráfico 3.6: Evolución del número de conexiones fijas y su penetración



Fuente: Serie Conexiones Internet Fija a junio 2021, SUBTEL.

Con respecto a la composición del total de conexiones de banda ancha fija, el segmento residencial concentra un mayor número de conexiones, con una sólida tendencia al alza, incorporando cerca de 170 mil conexiones anuales durante los últimos 5 años. Por otra parte, el segmento comercial perdió cerca de 15 mil conexiones durante 2020.

Gráfico 3.7: Composición de suscriptores de servicios de banda ancha fija según plan



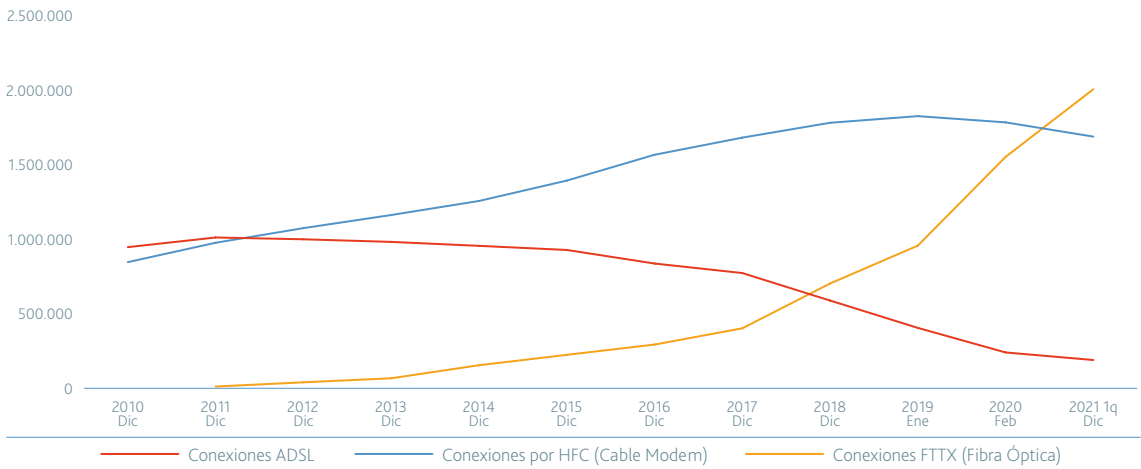
Fuente: Serie Conexiones Internet Fija a junio 2021, SUBTEL.

Evolución Tecnológica

Observando la evolución que han sufrido las tecnologías más importantes que son utilizadas para brindar servicios de conexión a internet fija, es posible evidenciar que aquellas tecnologías relativamente antiguas como ADSL comienzan a ser sustituidas principalmente por conexiones de Fibra (FTTX) y de forma secundaria por conexiones híbridas Fibra-Coaxial (HFC).

Tomando en consideración factores como el streaming de video y el teletrabajo, que han aumentado considerablemente la demanda de datos de internet fijo, los que en algunos casos han llegado a superar, momentáneamente, las capacidades de algunas empresas de telecomunicaciones, que contaban con redes diseñadas para condiciones de trabajo pre pandemia, es que las tecnologías tradicionales de acceso vía par de cobre (xDSL) no serán viables para suministrar el ancho de banda necesario, e incluso las tecnologías sobre cable coaxial (HFC) tendrán que hacer esfuerzos de densificación de fibra óptica y nodos muy intensos, de modo de asegurar tasas de compartición bajas y así lograr velocidades reales en hora cargada.

Gráfico 3.8: Evolución de las principales tecnologías disponibles para brindar servicios de internet fijo

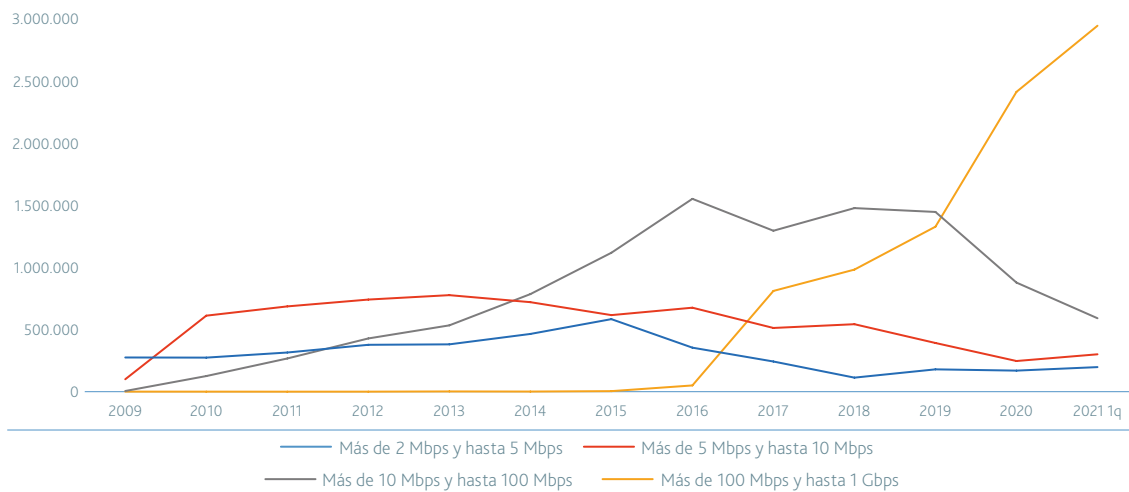


Fuente: Serie Conexiones Internet Fija a junio 2021, SUBTEL.

En la actualidad existe un esfuerzo importante por parte de las empresas operadoras de servicios fijos por extender sus redes de fibra óptica, ya que este medio permite conseguir mayores anchos de banda y brindar servicios como televisión en alta calidad u otros de alta demanda de consumo de datos.

Consistentemente con lo antes planteado, este esfuerzo por mejorar la disponibilidad de mejores tecnologías de acceso a internet se ve reflejado en la figura siguiente, donde es posible distinguir como aquellas conexiones de alta velocidad están reemplazando, de forma acelerada, a aquellas de 2 a 10 Mbps.

Gráfico 3.9: Evolución de los planes de velocidad de internet fija



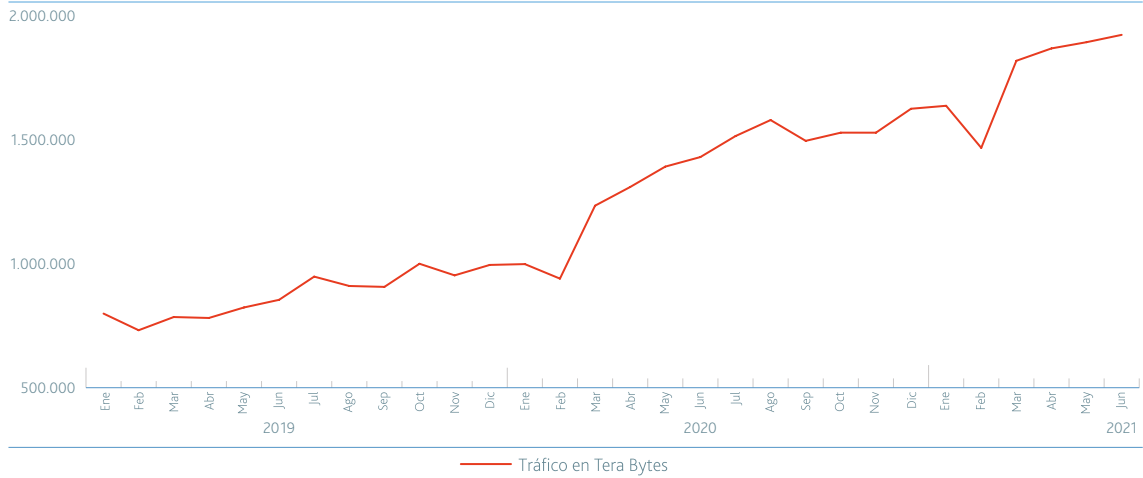
Fuente: Serie Conexiones Internet Fija a junio 2021, SUBTEL.

Consumo de datos BAF

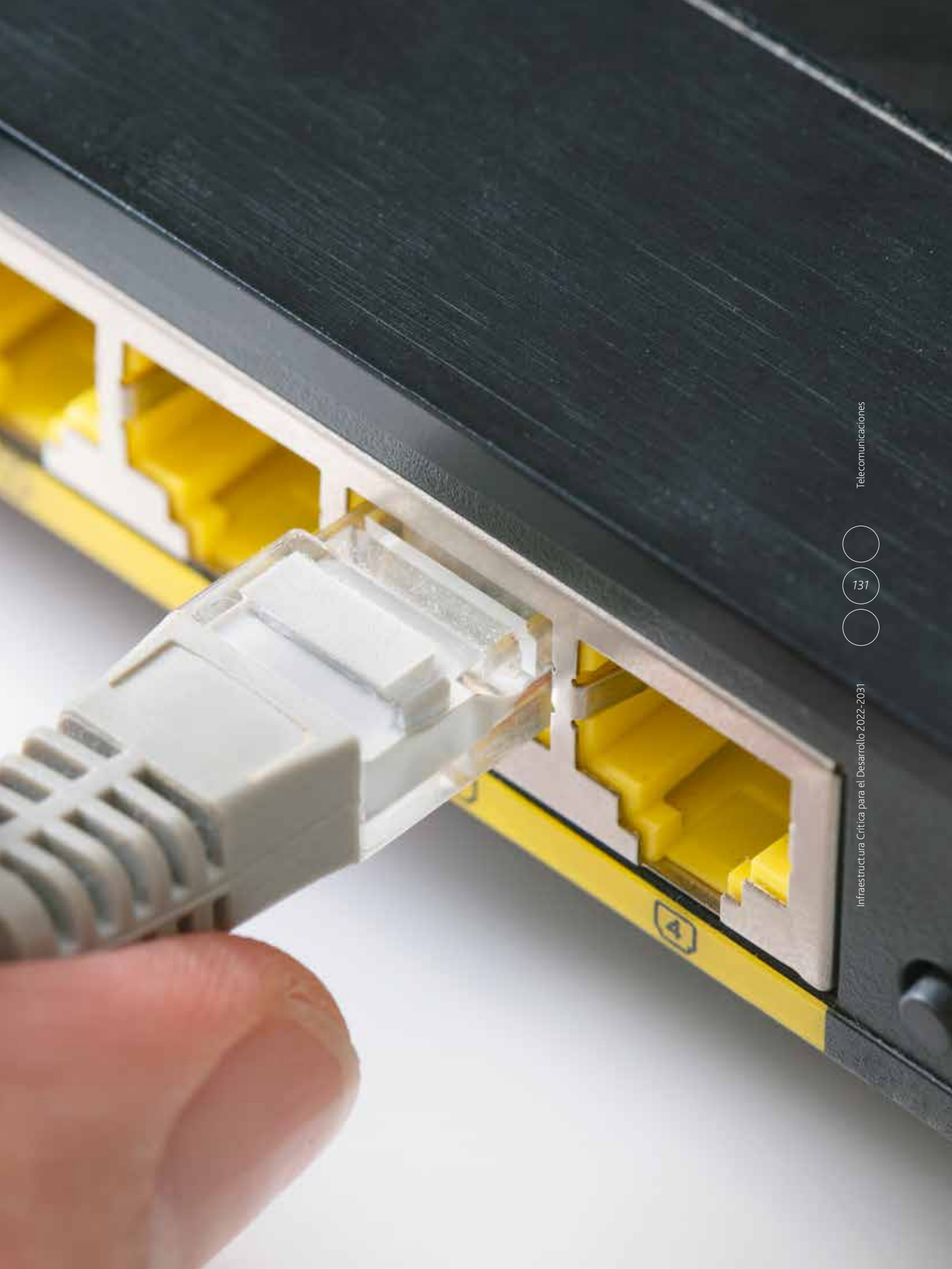
Con respecto al consumo de datos para conexiones fijas, SUBTEL indica que el crecimiento promedio anual del período 2019-2020 es del orden del 58%, llegando a diciembre de 2020 a 1.624.013 TeraBytes al mes.

Sin lugar a duda, llama la atención la magnitud del incremento en el consumo de datos producto del confinamiento en marzo de 2020, donde, de forma súbita, las redes de telecomunicaciones tuvieron que soportar un 30% más de tráfico de datos. Se estima que el crecimiento mensual, en la actualidad, actual varía entre un 1% y un 3%.

Gráfico 3.10: Consumo de datos internet fija



Fuente: bases de datos SUBTEL a junio de 2021.



3

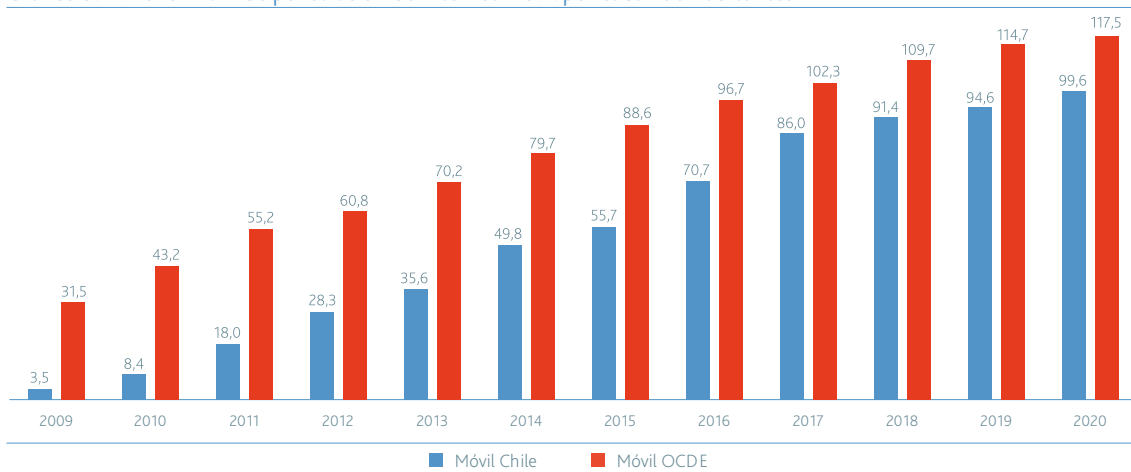
Situación actual y diagnóstico

Benchmark internacional

Las cifras anteriores reflejan un desarrollo sostenido del sector en Chile en los últimos años, pero es necesario establecer criterios comparados para tener un análisis más acertado, y definir objetivos a mediano y largo plazo.

A partir del siguiente gráfico, es posible apreciar que Chile ha disminuido la brecha en penetración conexiones de internet móvil respecto al promedio de los países de la OCDE, donde la penetración al año 2020 alcanzó 117,5 abonados por cada 100 habitantes, mientras que en Chile ya se encuentra cercano a 97.

Gráfico 3.11: Benchmark de penetración de Internet móvil por cada 100 habitantes



Fuente: OCDE Historical mobile broadband penetration rates 2020.

Por otra parte, el mismo análisis realizado a la penetración de internet fijo no muestra grandes cambios con respecto a la situación presentada en el informe anterior donde, aparentemente, Chile no ha logrado acortar la brecha en comparación con el promedio de los países de OCDE. Sin embargo, al considerar el incremento porcentual en relación con al año anterior, es posible apreciar que desde el año 2010 las tasas incremento en la penetración de Chile han sido superiores a las de los países de la OCDE. En este mismo contexto, Chile alcanzó un crecimiento durante 2020 de un 7%, respecto al 2019, mientras que el promedio de la OCDE fue de tan solo un 4%.

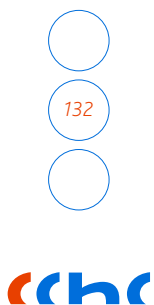
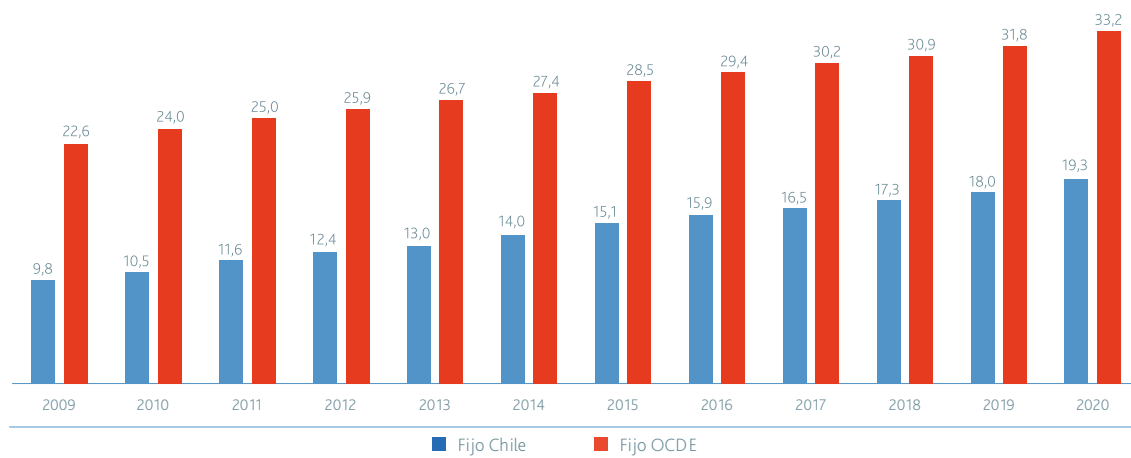
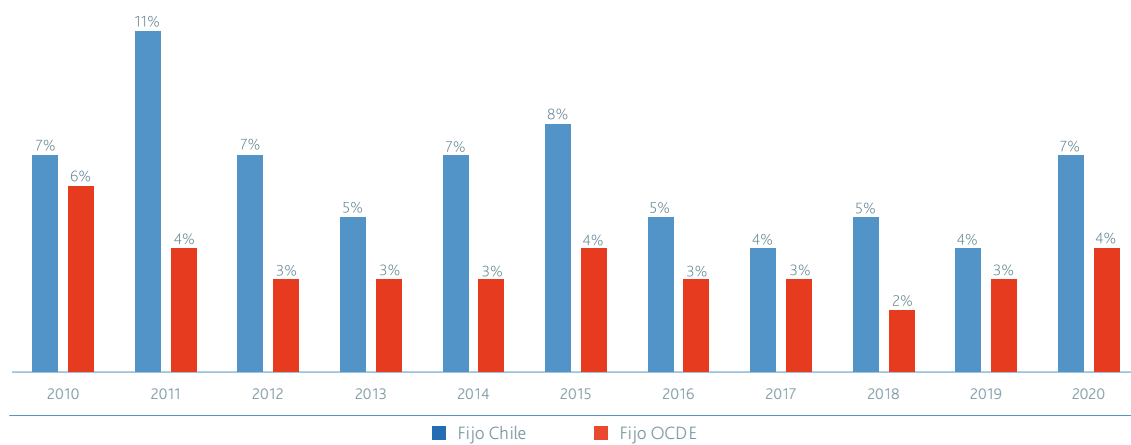


Gráfico 3.12: Benchmark de penetración de Internet fija por cada 100 habitantes



Fuente: OCDE Historical fixed broadband penetration rates 2020.

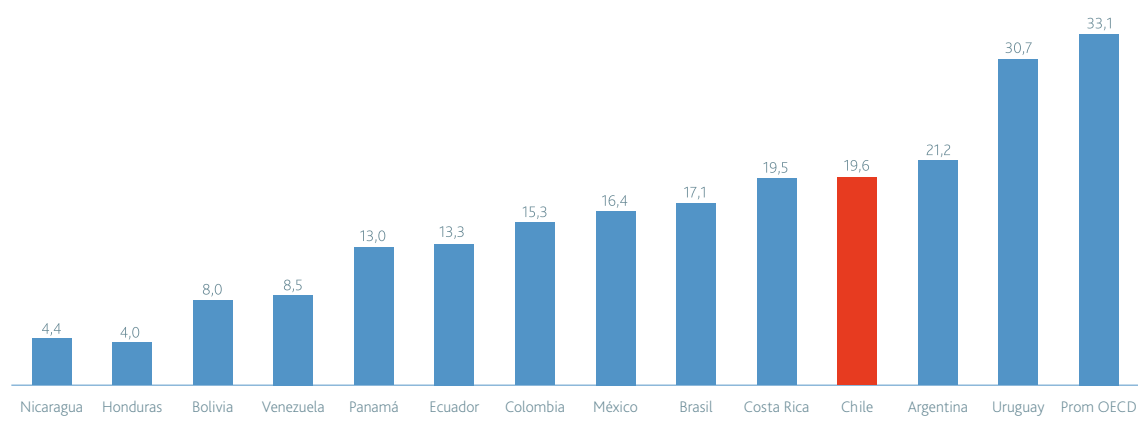
Gráfico 3.13: Benchmark tasas de crecimiento penetración de Internet fija por cada 100 habitantes



Fuente: OCDE Historical fixed broadband penetration rates 2020.

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 sólo es superado por Uruguay y ligeramente por Argentina, y al mismo tiempo la totalidad de países de la región se encuentran por debajo del promedio de países de la OCDE.

Gráfico 3.14: Benchmark penetración Banda Ancha Fija cada 100 habitante en Latinoamérica al 2020



Fuente: ITU, Fixed Broadband 1998-2020.

Principales hitos 2020-21 y desafíos para los próximos años

Cambios normativos relevantes.

Los principales cambios normativos que están en proceso de definición, o bien en implementación, dicen relación con lo siguiente:

Se han concretado los concursos de espectro radioeléctrico, requerido para continuar la expansión de los servicios de telecomunicaciones móviles. Esto tanto para las bandas de 700 que aún estaban disponibles, como también, y principalmente, para las bandas dirigidas al desarrollo de la tecnología 5G. En efecto, recientemente la Contraloría General de la República tomó razón de los decretos de concesión que habilitan a los operadores que ganaron el concurso para realizar el despliegue de esta tecnología a lo largo del país.

Con ello las inversiones se están materializando, y hay una contribución significativa al cierre de la brecha digital, incluido un aumento de la cobertura de servicios de banda ancha en una proporción importante del país.

Por otro lado, aprobada la ley de roaming automático nacional, está en proceso la definición de los sistemas tarifarios que regularán las relaciones económicas de los operadores móviles, en prestaciones recíprocas y también en lo que se refiere a operadores móviles virtuales. Esta regulación no debiera tener impacto relevante sobre el nivel de inversiones en redes móviles, porque al ser este mercado uno con intensa competencia, y un nivel de cobertura de servicios (geográfico y de clientes) suficiente, las señales de precio no harán más que ordenar marginalmente la situación actual.

En forma similar, está en proceso de licitación el sistema de medición de velocidad de Internet, dispuesto en la ley, mediante un operador independiente, y siguiendo las normas y procesos definidos en el reglamento y las bases de licitación. Esto es aplicable tanto a las redes fijas como a las móviles, a nivel del servicio a los usuarios finales. Tampoco en este aspecto se vislumbran efectos significativos sobre los niveles de inversión en redes y sistemas.



En un ámbito distinto, existen iniciativas regulatorias en marcha, relacionadas con la optimización de infraestructura de redes fijas, principalmente de distribución (última milla), con el objeto de racionalizarla para mejorar los impactos negativos que puede tener en las ciudades. Si bien es cierto que la racionalización de instalaciones debe ser una práctica deseable que el regulador debe impulsar, es necesario considerar que, al tratarse de tecnologías que cambian muy a menudo, el desafío para los operadores no es menor, y coincide casualmente, con los refuerzos necesarios para hacerse cargo de la modificación de los tráficos que consumen los clientes, originados por la pandemia⁹. De este modo, impulsar la intervención de redes de acceso para su racionalización, en circunstancias que está presente este fenómeno de cambio en los tráficos, puede crear dificultades de inversión y operacionales significativas.

Una última iniciativa regulatoria que corresponde mencionar es la que dice relación con el aumento de la seguridad de servicio o disponibilidad. Esto mediante un impulso al refuerzo de redundancias de redes, tanto de transmisión como de acceso. Esta práctica industrial no es nueva en telecomunicaciones, donde el soporte de sistemas autónomos de electricidad, así como redes de transmisión con diversidad de espacio han sido parte de las inversiones desde hace muchos años.

Como se contará muy luego con capacidad de servicios de grandes anchos de banda en redes inalámbricas, es necesario buscar un adecuado balance entre la seguridad de servicios y las inversiones que deban hacerse para lograrlo. El impacto de estas iniciativas aún no se ha medido con precisión, pero la disponibilidad de servicios, es decir el porcentaje de tiempo que los sistemas están activos, tiene niveles aceptables en Chile, comparables con los de países más avanzados.

Cambios sociales relevantes

En opinión de los actores del mercado entrevistados para la versión anterior de este informe, a raíz de los acontecimientos del estallido social del 18 de octubre de 2019, “los cambios políticos y sociales recientes no afectan determinante-mente las inversiones de los operadores. El negocio de telecomunicaciones es de largo plazo, y representa un bien de consumo del cual no se puede prescindir en los tiempos actuales, siendo una necesidad básica”. De igual manera, resalta que “la Industria no ha dejado de invertir” y que el plan comercial se basa en expandir los servicios de tecnologías que apalanquen la red ya construida.

Analizando en retrospectiva, lo anteriormente descrito parece ser absolutamente certero y atinente a la realidad pandémica que vivimos hoy en el mundo, donde de forma totalmente independiente a la crisis social, económica y sanitaria, las empresas de telecomunicaciones siguen robusteciendo sus redes constantemente, e incluso, se han invirtieron enormes cifras de dinero en la adquisición de espectro para la explotación de nuevas tecnologías como 5G.

A la luz de los hechos, todo apunta a que la industria de las telecomunicaciones seguirá invirtiendo en nuevas tecnologías, incrementando su cobertura y mejorando la calidad de servicio de manera independiente a las situaciones de contingencia que puedan acontecer en determinados momentos de nuestra historia reciente.

⁹ La pandemia provocó varios efectos en el tráfico. Por un lado, trasladó los puntos de consumo desde las oficinas durante el día a los domicilios, y por otro acentuó el consumo de datos relacionados con video, tanto por las conferencias



Resiliencia de las redes de telecomunicaciones ante el fuerte aumento de tráfico producto de la pandemia.

Como ya todos sabemos, la pandemia derivada del COVID-19, ha puesto a prueba el nivel de desarrollo de las sociedades a una escala global, donde Chile no es la excepción. Qué duda cabe, de que la infraestructura nacional se ha visto fuertemente afectada por la contingencia; por primera vez en la historia reciente, hemos presenciado un colapso global de los sistemas de salud, de las cadenas logísticas y de producción de bienes, sin embargo, y a pesar la sobrecarga de las redes, que según varias fuentes alcanzó un 30% de forma instantánea, la infraestructura de telecomunicaciones ha logrado sobreponerse a las dificultades y continuar operando asumiendo los grandes desafíos de esta nueva normalidad.

De acuerdo con los datos entregados por la SUBTEL¹⁰, el tráfico total de Internet Fija, durante el inicio de la pandemia 2020, anotó un aumento de 40% en comparación con igual período del 2019. Esto es explicado, principalmente, por el confinamiento derivado de la pandemia, escenario en el cual los usuarios comenzaron a realizar gran parte de sus labores, de manera remota. Asimismo, se incrementó el uso de aplicaciones de streaming en hasta un 66%¹¹, en algunos países, lo que obligó a compañías como Netflix a modificar su bitrate¹² para evitar la sobrecarga de las redes de telecomunicaciones, las que ahora comparte con aplicaciones para videoconferencias como MS Teams o Zoom, que han evolucionado en muy poco tiempo aprovechando al máximo el ancho de banda disponible para realizar comunicaciones más efectivas y estables.

Sin lugar a duda, los desafíos de futuro como el aumento sostenido en teletrabajo, el streaming en alta calidad, las transferencias de e-commerce y otras, presentarán grandes desafíos para el sector, sin embargo, hasta el momento la industria de telecomunicaciones nacional ha demostrado estar a la altura de las circunstancias, y todo indica que las inversiones previstas a futuro irán en la línea de fortalecer las redes existentes e incorporar nuevas y mejores tecnologías.

Banda ancha como derecho universal.

Los primeros reportes de prensa, en el mundo, acerca del concepto del internet como un "derecho humano", provienen de Finlandia en 2009, donde el Ministerio de Transporte y Comunicaciones anunció que cada finlandés tendría, a partir de julio de 2010, derecho a una conexión de banda ancha de un megabyte por segundo¹³.

¹⁰ Informe SUBTEL sobre el tráfico total de Internet fija y móvil, publicado el 4 de junio de 2020

¹¹ El streaming un acompañante infaltable en la cuarentena. Pontificia Universidad Católica, 2020.

¹² Bitrate es la cantidad o tasa de datos que se transfieren en un segundo

¹³ La banda ancha "es un derecho humano". BBC Mundo, 2009.

Hoy en día cuesta imaginar un mundo donde el internet está ausente en nuestra vida, la instantaneidad y acceso que otorga este tipo de conexión se han vuelto parte de nuestras necesidades básicas, así como el alimento, la electricidad o los combustibles. El mismo COVID-19, ha catapultado de forma significativa el uso de las conexiones de datos para el teletrabajo, método productivo que probablemente seguirá de forma definitiva en algunas capas de empresas e instituciones públicas y, de forma progresiva, en otras industrias que incorporen, en el tiempo, más y mejores tecnologías en sus procesos productivos.

Según el Senado de Chile, "Chile es uno de los países en Latinoamérica que tiene un mayor desarrollo de internet, sin embargo, el acceso de la población no tiene las mismas condiciones y la pandemia ha puesto de relieve dicha realidad. Alrededor de 55 comunas del país presentan niveles de conectividad inferiores al 1% y más de 60 mil personas se encuentran en las denominadas zonas de silencio"¹⁴. Es por esto por lo que, en la actualidad, se está discutiendo un proyecto de ley que busca que el acceso a internet sea reconocido como un servicio público de telecomunicaciones y, entre otras cosas, crear un subsidio para familias vulnerables para así lograr un acceso universal¹⁵.

Si bien es cierto, aún hay mucho camino por recorrer para lograr un acceso seguro y estable de internet para el 100% de la población del país, también hay que reconocer que, a pesar de los desafíos geográficos y la tremenda extensión de nuestro territorio, hoy en día es posible acceder a una conexión fija o móvil en casi la totalidad del país.

Planes de subsidio y cobertura de redes de fibra óptica del país.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destacó a Chile como uno de los seis países que mostró un mayor crecimiento en conexiones de fibra óptica durante el año 2020¹⁶. La Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), indicó que, pese a la pandemia, las redes de comunicaciones de alta velocidad han seguido extendiéndose, y que el número de conexiones de fibra óptica en Chile aumentó en un 37,6% en el período comprendido entre junio de 2019 e igual mes de 2020, ubicándose en el sexto lugar del listado de la OCDE¹⁷.

Sin lugar a duda, la creciente demanda en conexiones de alta velocidad experimentada en el último año, debe ir acompañada de la infraestructura de redes de fibra óptica troncal, que son cruciales para transportar grandes volúmenes de información y reducir la brecha digital, es por esto que en la actualidad existen iniciativas público-privadas que buscan duplicar los 18.000 km de fibra óptica actualmente disponibles a través de iniciativas como la Fibra Óptica Nacional (FON), La Fibra Óptica Austral (FOA) o la Fibra Óptica del Tarapacá (FOT).

¹⁴ Senado de Chile. Abril de 2021.

¹⁵ Cámara de Diputadas y Diputados. Agosto 2021.

¹⁶ Estadísticas OCDE. Agosto 2021.

¹⁷ Comunicado SUBTEL, según cifras OCDE de febrero del 2021.

¹⁸ Informe SUBTEL de adjudicación de fibra Óptica Nacional. Abril 2020.

Fibra óptica nacional (FON)

Durante el mes de abril de 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), a través del Consejo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CDT), adjudicó a la empresa WOM, operador nacional, parte del fondo de inversión británico Novator Partners LLP., cinco de las seis macrozonas del proyecto "Fibra Óptica Nacional"¹⁸.

Casi un año después, SUBTEL, a través del Consejo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CDT), adjudicó a la compañía "Telefónica Empresas Chile S.A" la Macrozona Sur (Regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos), la cual superó a GTD y WOM, firmas que también participaron en el proceso¹⁹.

Esta iniciativa, que considera un subsidio estatal histórico de más de \$86 mil millones (MMUSD 114 aprox.) y que entrará en operación durante el 2022, contempla el despliegue de 10.000 kilómetros de fibra óptica, beneficiando a 203 comunas y más de 3 millones de usuarios desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos.

Fibra óptica austral (FOA)

La Fibra Óptica Austral es un cable submarino de comunicaciones que une varias ciudades del extremo sur de Chile, mejorando la conectividad de la zona con el resto del mundo. Tiene una longitud de 4.500 km de tendido de fibra óptica desde Puerto Montt hasta Puerto Williams mediante cuatro troncales que son la "Troncal Terrestre Magallanes", la "Troncal Submarina Austral", la "Troncal Terrestre Los Lagos" y la "Troncal Terrestre Aysén", con un costo total de inversión de 64 mil millones de pesos (MMUSD 85 aprox.)²⁰.

El proceso de licitación y adjudicación no estuvo exento de problemas, declarándose desierto en primera instancia, adjudicando solamente la troncal submarina y terrestre Magallanes en segunda, y finalmente, durante el 2019, se logra adjudicar las troncales terrestres restantes. En la actualidad la troncal submarina está en operación y solamente restan por construir las últimas 2 troncales terrestres, con un costo de inversión cercano a los 4 mil millones de pesos y que presentarían un avance cercano al 50%²¹.

Fibra óptica del Tarapacá (FOT)

Durante el mes de julio del 2021, SUBTEL anunció que abrió el proceso de concurso público para la habilitación del proyecto Fibra Óptica Tarapacá, iniciativa que considera un subsidio de más de \$6.200 millones para el despliegue de más de 800 kilómetros de fibra óptica, proyecto que entraría en operación durante el 2024²². El proyecto beneficiará a 15 localidades de la región permitiéndoles disponer de grandes capacidades de conexión de datos, aprovechar los nuevos trazados para mejorar la resiliencia de las redes del país y mejorar la competitividad en la industria²².

Iniciativas públicas y privadas para mejorar la conectividad del país.

En el año 2015 el gobierno publicó un documento denominado "Agenda Digital 2020, Chile digital para T@dos". Esta agenda establecía que para alcanzar las metas propuestas era necesario avanzar en 5 ejes complementarios:

- Derechos para el Desarrollo Digital
- Conectividad Digital

¹⁸ Informe SUBTEL de adjudicación de fibra Óptica Nacional. Abril 2020.

¹⁹ Informe SUBTEL. Adjudicación Fibra Óptica Nacional, Macrozona Sur. Mayo 2021.

²⁰ Comunicado SUBTEL. Fibra Óptica Austral. Enero 2021

²¹ Comunicado Intendencia de Aysén. Avance Fibra Óptica Austral. Enero 2021.

²² Comunicado SUBTEL. Anuncio concurso público Fibra Óptica de Tarapacá. Julio 2021.

- Gobierno Digital
- Economía Digital
- Competencias Digitales

El documento en su introducción expresa la intención de "Alcanzar la conectividad universal: acceso de todas las personas a redes de alta velocidad y de calidad. Al año 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."

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

- Construir una autopista digital que permita a todos disfrutar en plenitud de la Internet del futuro, apoyándose en una 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 10Mbps.
- 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.

En la actualidad, y habiéndose cumplido los plazos impuestos de la agenda digital 2020, es posible apreciar que aquel ámbito en el que se dio un mayor nivel de cumplimiento fue el de "conectividad", del que se desprende lo siguiente y que sirvió como base para fijar las metas de inversión del presente informe:

Tabla 3.2: Cumplimiento de metas de Agenda Digital 2020 Chile

Nombre de la Medida	% Avance
Monitoreo de la velocidad y de la calidad de servicio de internet	100%
Derechos de usuarios que acceden a Internet	100%
Mejorar la conectividad digital de Chile con el resto del mundo	100%
Integración digital de Zonas Insulares	100%
Modernización de la infraestructura para conectividad con foco en servicios públicos de Educación y Municipios	100%
Asegurar la correcta implementación de coberturas (contraprestaciones) asociadas al despliegue de redes de alta velocidad móvil	100%
Desarrollo de un Plan de Infraestructura Digital	100%
Red Wifi ChileGob	99%
Evolución del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones	90%
Relevamiento y debate de la visión país sobre la gobernanza de Internet	86%
Fibra Óptica Austral	74%
Implementación de la TV Digital Terrestre	55%

Fuente: SUBTEL, elaboración propia.

4 Seguimiento de las inversiones realizadas en telecomunicaciones en el periodo 2018-2019

Metas de acceso y velocidad

Para mantener la consistencia metodológica con versiones anteriores de este mismo informe, se ha optado por mantener aquellas metas establecidas en la Agenda Digital 2020 y el Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones anunciadas por el Gobierno en el mes de noviembre de 2015.

A continuación, se expone un resumen de las metas que se establecieron para el año 2020:

- Un 90% de los hogares dispondrá de conexión de Banda Ancha Fija.
- Un 20% de los hogares tendrá acceso a conexión de Fibra Óptica.
- Una red troncal de Fibra Óptica reforzada en todos aquellos puntos en que hoy presenta vulnerabilidades por tener todas las rutas pasando por un mismo punto físico.
- Una red de ramales de Fibra Óptica que despliegue tendido para asegurar la conectividad a las principales localidades del país con esa tecnología.

A estas metas se agregaron los siguientes objetivos:

- Considerar un crecimiento en la penetración total de servicios móviles sobre población de un 6% con relación a las cifras actuales para el año 2020 y un 6% adicional hacia 2025, acompañando principalmente el crecimiento del parque de servicios IoT.
- Brindar acceso de BAF al menos al 80% de las Empresas para el año 2020 y al 100% de ellas para 2025.



Demanda actual y déficit de servicio

Al igual que en las versiones anteriores del informe, se realizó una estimación de la situación del país a la fecha de este trabajo, considerando una referencia (Benchmark) para las cifras de acceso que debiese haber tenido Chile, considerando el promedio de los países OCDE para el fin de 2020.

Tabla 3.3: Situación actual, Benchmark (OCDE) y Déficit de infraestructura en Chile a diciembre 2020

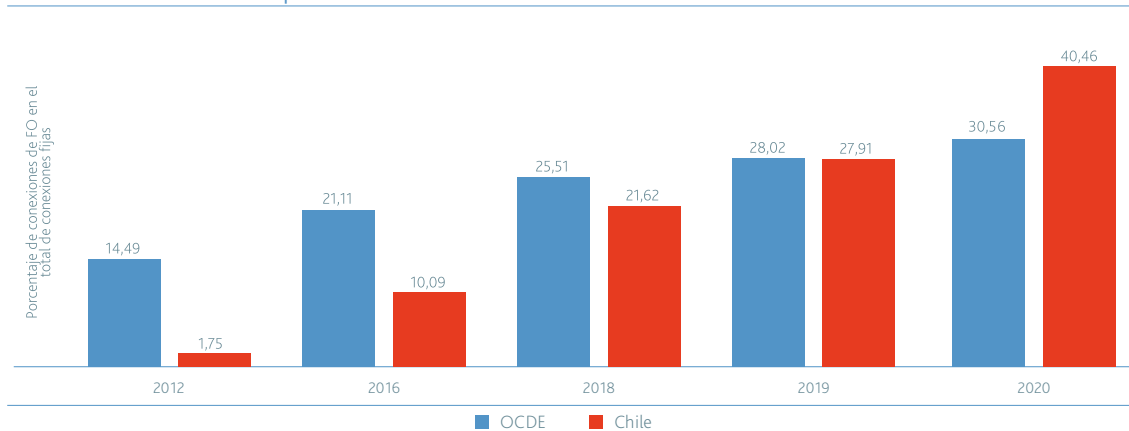
	2018	2022	OCDE	Brecha	Avance
Accesos BAF	3.256.097	3.925.595	6.266.140	2.340.545	669.498
Hogares	2.851.719	3.538.945	5.482.873	1.943.928	687.226
Empresas	404.378	386.650	783.268	396.618	-17.728
Conexiones BAM	18.108.905	21.158.184	22.199.824	1.041.640	3.049.279
Conexiones fijas de FO (*)	703.401	1.758.526	1.914.933	156.407	1.055.125

* corresponde a un subconjunto de conexiones BAF
Fuente: elaboración propia.

De la información expuesta, se desprende lo siguiente:

- Si bien es cierto que las conexiones de banda ancha fija experimentaron un aumento durante el 2020, aún se mantiene una brecha significativa, observándose un déficit cercano a un 37%. El mayor incremento en conexiones vino de la mano de los abonados del segmento hogar, mientras que el segmento empresa vio una contracción cercana a las 18 mil conexiones, esto último producto del confinamiento a causa de la pandemia.
- Por otra parte, en el segmento móvil sigue con una considerable tendencia al alza, observándose, en la actualidad, una brecha de tan solo un 5%, lo que se traduce en un avance significativo con respecto a la revisión anterior de este informe, donde la brecha era superior al 9%.
- Caso particular es el de las conexiones en fibra óptica (FO), donde se observa un acortamiento explosivo de la brecha, debido a la gran demanda de conexiones de banda ancha fija experimentado durante la pandemia. Al igual que en el informe anterior, y en vista de la evolución de la penetración en Chile, se prevé que este tipo de conexiones siga creciendo, no sólo en número sino también en cobertura, ya que las concesionarias han realizado esfuerzos significativos en aumentar la cantidad de kilómetros de cableado de FO.

Gráfico 3.15: Evolución de la penetración FTTH



Nivel tendencial de inversiones

La industria de telecomunicaciones a nivel internacional ha observado una relación bastante estable en el tiempo entre sus ingresos 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.

Observando los niveles de inversión de la industria, estos ascienden a cerca de USD 19.600 millones en los últimos 10 años. Sin embargo, y según información de fuentes en la industria, los niveles de inversión deberían disminuir en el tiempo, derivado de los menores niveles de ingresos, los que han sido decrecientes en el tiempo, lo que se ha visto reflejado en los niveles de inversión desde el año 2018. Según las memorias anuales de Telefónica, en la actualidad el grueso de las inversiones se estaría destinando en inversiones de mejoramiento de la red 4G, en desmedro de 3G y despliegue de fibra óptica. De todas formas, se espera un aumento en las inversiones en infraestructura para los próximos 5 años, derivadas de la adquisición de espectro para el despliegue y explotación de redes 5G, en paralelo con las inversiones en mejoras destinadas a tecnologías 4G y fibra óptica.

Tabla 3.4: Resumen de inversiones en telecomunicaciones y PIB

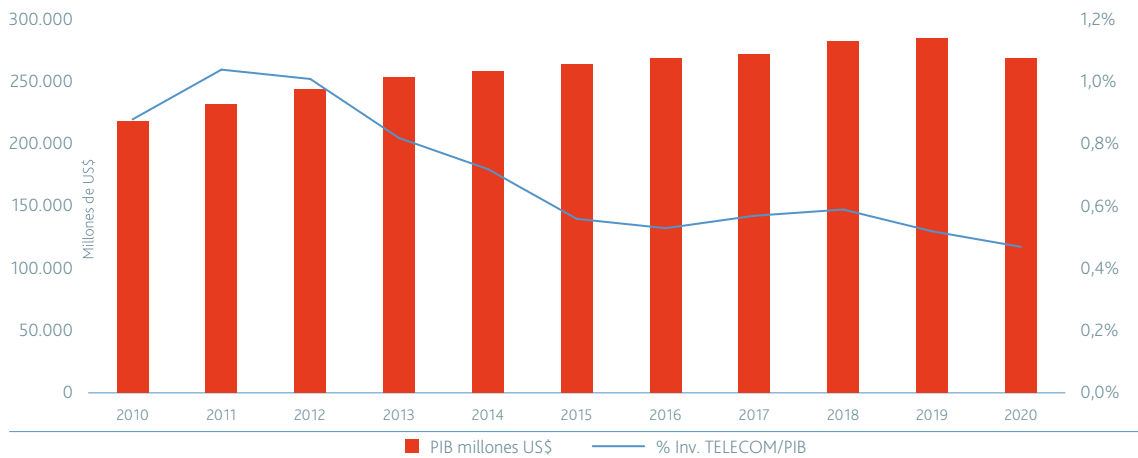
Año	Inversión total millones US\$	Inv. Fija	Inv. Móvil	% Inv. Fija	% Inv. Móvil	PIB millones US\$	% Inv./PIB
2010	1.921	1.082	839	56%	44%	218.538	0,88%
2011	2.415	1.406	1.009	58%	42%	231.892	1,04%
2012	2.463	1.345	1.118	55%	45%	244.226	1,01%
2013	2.079	882	1.197	42%	58%	254.105	0,82%
2014	1.859	710	1.149	38%	62%	258.594	0,72%
2015	1.474	697	776	47%	53%	264.551	0,56%
2016	1.428	629	799	44%	56%	269.078	0,53%
2017	1.544	695	850	45%	55%	272.265	0,57%
2018	1.659	660	999	40%	60%	282.377	0,59%
2019	1.492	538	953	36%	64%	285.037	0,52%
2020	1.258	459	799	36%	64%	268.586	0,47%

Fuente: Banco Central de Chile y cifras de inversiones del sector telecomunicaciones de SUBTEL.

Según la información solicitada vía transparencia y las bases de datos disponibles en SUBTEL²³, se logró estimar una inversión de USD 64 por habitante a finales del período 2020, situación que contrasta significativamente con los montos comparativos de la OCDE para el 2018, que son del orden de los USD 150 por habitante SUBTEL. Asimismo, y en concordancia con lo antes descrito, el gráfico siguiente muestra cómo ha evolucionado la inversión en telecomunicaciones en comparación al PIB, observándose una disminución sostenida en el tiempo desde el año 2012, lo que demuestra que los niveles de inversión en telecomunicaciones no han crecido junto con el PIB y se mantienen, actualmente, independientes a los niveles de crecimiento del país.

²³ Pamela Gidi, Subsecretaria de Telecomunicaciones. Junio 2018.

Gráfico 3.16: Comparativo de inversiones totales en telecom y PIB



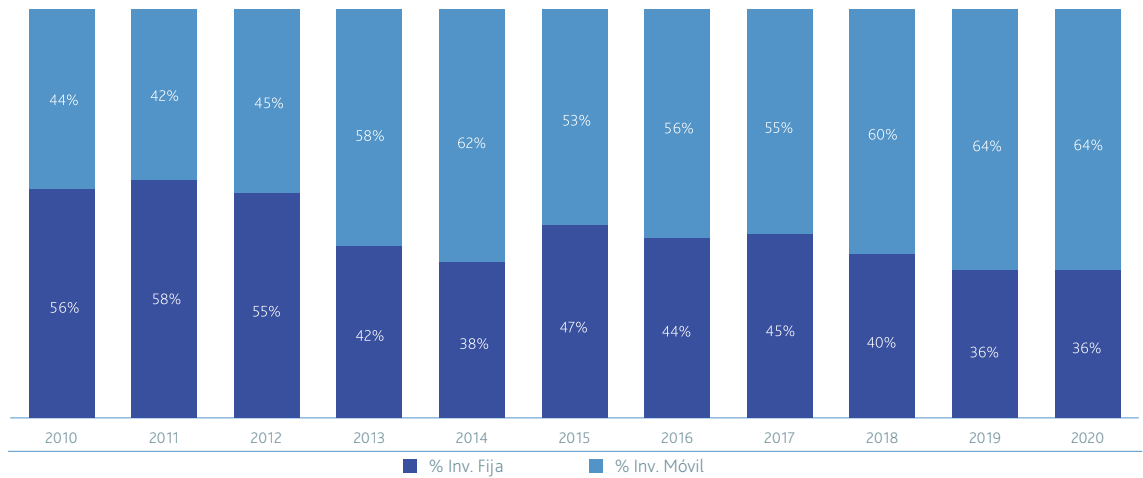
Fuente: Banco Central de Chile y cifras de inversiones del sector telecomunicaciones de SUBTEL.

Por otra parte, en cuanto a la composición de inversiones entre fijo y móviles, es posible apreciar que existe una relación que ha ido en aumento gradual, a favor de las inversiones en redes móviles, en desmedro de las inversiones en redes fijas.

Es importante resaltar el efecto que la competencia trae sobre las inversiones. En el periodo 2015-2019 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 aumentar su número de abonados en más de 2 millones en menos de 24 meses (junio de 2019 - 4,2 millones), a través de una estrategia de precios bajos, publicidad agresiva y el uso intensivo de los mecanismos de la portabilidad numérica.

Esta misma competencia se ha trasladado a las redes fijas, donde la misma empresa WOM está realizando inversiones en redes de fibra óptica, para prestar servicios de banda ancha fija hogar y empresa, por lo que se espera que, en conjunto con las mejoras en las redes de los demás operadores, la relación de inversiones de servicios fijos mejore o se mantenga en el tiempo en un orden cercano al 40% de las inversiones totales del sector.

Gráfico 3.17 Distribución porcentual entre inversiones fijas y móviles



Fuente: inversiones del sector telecomunicaciones, SUBTEL.

Al igual que en la versión anterior de este mismo informe, para la proyección tendencial de las inversiones en telecomunicaciones, se realizó un modelo que consideró un conjunto de variables tanto de la industria de telecomunicaciones, como algunas de tipo macroeconómico, las que en su conjunto logran un mayor grado de ajuste de la tendencia. Los resultados de la proyección se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3.5: Proyección de inversiones tendencial

	2022-2026	2022-2031
Inversión industria tendencial	USD 8.993 millones	USD 17.526 millones

Fuente: elaboración propia.



5

Requerimientos y cuantificación brecha 2022-2031

Con respecto al escenario de inversiones planteado en el informe anterior, es posible apreciar que, de mantenerse la actual tendencia de inversiones, al final del período 2022-2031 la brecha del sector será superior a los US\$ 6.707 millones, lo que corresponde a un déficit de un 28% según el escenario planteado como meta de inversiones.

Tabla 3.6: Brecha estimada según requerimientos y tendencia de inversiones.

MM US\$	2022-2026	2022-2031
Requerimiento	11.608	24.232
Tendencia	8.993	17.526
Brecha	2.615	6.707
%	23%	28%

A continuación, se muestra el avance de las inversiones realizadas hasta la fecha de elaboración de este informe. Las cifras muestran que, al 2021, existe un déficit de inversiones aproximado de US\$ 3.577 millones, lo que sumado al capex necesario para desarrollar infraestructura durante el período 2022-2031, resulta en una inversión neta de US\$ 28.642 millones para cumplir con las metas de inversión planteadas en el presente trabajo. La desagregación regional de inversiones puede ser apreciada en detalle en la tabla siguiente.

Tabla 3.7: Desagregación del avance de inversiones

MM US\$	Déficit 2018-2021	Capex 2022-2031	Inv. Neta requerida
Accesos BAF	1.320	7.141	8.461
Accesos BAM	2.146	16.557	18.703
Inversiones en Fibra óptica	111	534	645
TOTAL	3.577	24.232	27.809

Fuente: elaboración propia.



Desagregación regional de inversiones

Un tema relevante en la estimación de inversiones es la distribución de estas inversiones a nivel regional en Chile, ya que en muchos casos puede tener un impacto relevante a nivel regional, generando movimiento económico y empleo, sobre todo en regiones con menor población.

Si bien la información pública relacionada con las inversiones en telecomunicaciones se encuentra generalmente a nivel agregado, se realizó un análisis basado en la población, superficie y características de cada región para obtener una estimación de cuál podría ser la inversión estimada para cada una de las regiones del país (Ver nota metodológica²⁴). A continuación, se presenta el resultado de las estimaciones de inversiones por tipo de servicio para cada una de las regiones del país.

Tabla 3.8: Desagregación regional del Capex neto 2022-2031

Región	5G	Otras móviles	Banda ancha Fija	Fibra óptica troncal	TOTAL MMUS\$
XV	78	165	110	13	366
I	121	254	169	44	588
II	216	454	303	72	1.044
III	97	203	136	55	490
IV	261	549	366	51	1.228
V	606	1.276	851	14	2.748
XIII	2.526	5.314	3.546	16	11.402
VI	307	645	431	15	1.398
VII	350	737	492	26	1.606
XVI	157	331	221	16	725
VIII	509	1.072	715	11	2.308
IX	311	655	437	27	1.430
X	274	577	385	55	1.291
XIV	124	262	175	17	578
XI	33	69	46	103	251
XII	55	116	77	111	359
Total	6.026	12.678	8.461	645	27.809

Fuente: elaboración propia.

²⁴ Nota Metodológica: Para estimar las inversiones regionales basadas en información agregada de Chile se consideró una distribución basada en la población regional para el caso de los servicios de voz e internet fijos y móviles y en el tamaño geográfico de las regiones en el caso de la fibra óptica troncal.

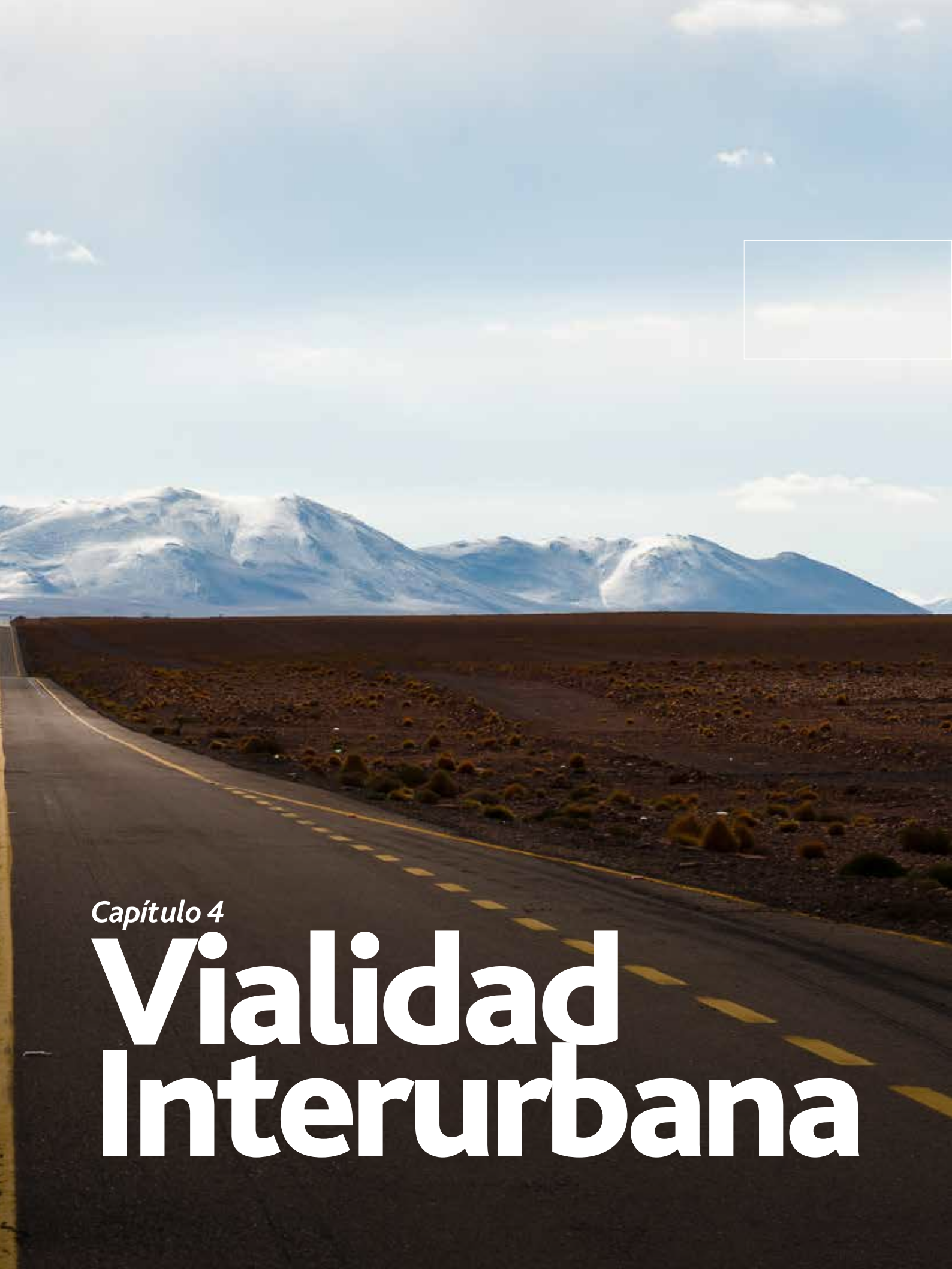
6 Conclusiones y recomendaciones

De los principales puntos tratados en el presente informe, es posible obtener algunas conclusiones relevantes que se mencionan a continuación

- En Chile se ha mantenido en los últimos años el desarrollo de infraestructura y servicios de telecomunicaciones, impulsado principalmente por la creciente demanda de datos y servicios, como también por la competencia que enfrenta el sector.
- En el caso de las inversiones en redes de telefonía y datos móviles, la desaceleración parcial de las inversiones en algunos años se relaciona principalmente con períodos de madurez tecnológica, principalmente en la industria de la telefonía móvil, aunque se observa que ese estancamiento desaparece a la hora de incorporar las nuevas generaciones, como es el caso de la incorporación de la tecnología 5G que implicará un grado importante de inversiones en los próximos años.
- En el caso del desarrollo del segmento de redes de fibra óptica troncal, se ha visto impulsado principalmente por los proyectos que ha licitado el estado para cubrir localidades más alejadas como es el caso de los proyectos de Fibra Óptica Austral (FOA) y Fibra Óptica Nacional (FON) y algunas iniciativas de despliegue de cable submarino que han realizado algunos operadores en los últimos años.
- Desde la perspectiva del rol del Estado como agente para el fomento de las inversiones en el sector, es importante que los objetivos apunten al desarrollo adecuado de la oferta de conectividad y disminución de la brecha de la misma sobre todo en localidades alejadas de las principales ciudades, mediante mecanismos como fondos públicos para el desarrollo de redes en sectores de baja densidad poblacional y/o de menos capacidad de pago.
- Adicionalmente, se considera relevante que se establezca una regulación que promueva las 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.
- También es relevante 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.







Capítulo 4

Vialidad Interurbana

1

Resumen ejecutivo

La relevancia de la vialidad interurbana en la conectividad y resiliencia del país ante eventos inesperados genera la necesidad de evaluar su estado actual y su evolución durante los últimos años. Para cumplir con esta tarea, el presente capítulo comienza analizando el impacto de la pandemia en los flujos vehiculares del 2020 y 2021. Luego, se genera un resumen de la red vial (concesionada y no concesionada) actual y sus futuras modificaciones. Para detectar necesidades futuras de capacidad en la infraestructura se utiliza la metodología H30, al proyectar el flujo mediante elasticidades del PIB. Finalmente, son analizados los montos de iniciativas de inversión en los últimos años, los que luego son clasificados por región, tipo de financiamiento y tipo de construcción.

Este análisis permite identificar que el nivel de tráfico vehicular tuvo una disminución por efectos de la pandemia, sin embargo, desde junio de 2021 existe un flujo similar al de junio del 2019. A su vez, se concluye que iniciativas futuras generarán un aumento de extensión en la red concesionada de 4.990 km (36% de la red actual). En cuanto al análisis de hora 30, la mayoría de los requerimientos de aumento de capacidad en vías interurbanas ya han sido incluidos en futuras concesiones, lo que comprueba la efectividad de esta metodología para prever necesidades futuras.

El cambio constante de los patrones de viaje, debido principalmente al inicio de operación de nuevos proyectos de infraestructura, hace necesario promover y aumentar la frecuencia de estudios que analicen la capacidad faltante en autopistas, puesto que estos ya han permitido mejorar la infraestructura de forma proactiva. A su vez, es aconsejable seguir avanzando en la inclusión de tecnología como las plazas de peaje *free-flow*, y refinar la clasificación de proyectos de inversión en las bases de datos públicas.

La siguiente tabla muestra la inversión estimada entre 2022 y 2031 en el presente ICD comparado con las estimaciones del ICD 2018-2027.



152



Tabla 4.1. Resumen total inversiones vialidad interurbana concesionada y no concesionada.

Item	Detalle	Inversión (millones de US\$)			
		2022-2026	2022-2031	ICD 2018-2027 2018-2022	ICD 2018-2027 2018-2027
1	Concesiones en operación: Inversión ya definida en contratos	231	231	566	566
2	Concesiones en operación: Necesidades de aumentos de capacidad	248	371	458	692
3	Concesiones en construcción	2.581	2.771	110	110
4	Mantenimiento vías concesionadas	1.617	3.453	1.615	3.230
5	Concesiones en agenda o en licitación	3.695	7.961	1.700	3.099
6	Vialidad interurbana no concesionada (sin puentes)	6.656	12.730	6.323	12.646
	Puentes	305	497		
Total		15.334	28.013	10.772	20.343

Fuente: Elaboración propia.

2

Reseña del sector

La vialidad interurbana es una de las infraestructuras clave que impacta en la productividad y las posibilidades de desarrollo de un país, por ser relevante para el transporte de carga, así como en la calidad de vida de los habitantes, ya que una adecuada red vial reduce el grado de aislamiento de las comunidades permitiendo que las personas accedan a un mejor nivel de vida, con mayores oportunidades y desarrollo.

A lo largo del tiempo se han realizado diversos diagnósticos de la infraestructura vial existente y sus brechas, y como se ha señalado en publicaciones anteriores del informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo, existen necesidades de inversiones significativas para prevenir un deterioro de calidad de servicio en el largo plazo y acortar la brecha.

La OCDE, el 2017 en su estudio "Brechas y Estándares de Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile", indica en sus mensajes clave que la cobertura y la calidad de la infraestructura vial es desigual a lo largo del país y que la inversión se debe focalizar en las conexiones faltantes y la mejora de vías secundarias. Durante los últimos años, el MOP ha promovido el desarrollo de estrategias para acortar las brechas. Así se da cuenta en el "Plan Chile 30/30 Obras Públicas y Agua para el Desarrollo" el que se orientó en generar una visión estratégica de Chile al año 2030 para un escenario de un país con un per cápita de 30.000 dólares al 2030. En este plan se generó una visión al 2030 respecto a la infraestructura crítica para la gestión de riesgos como sigue:

“Chile tiene infraestructura multipropósito y resiliente, que considera la gestión de riesgos”

El año 2020 se presentó el Plan de Infraestructura para la movilidad 2050. El plan se enfoca en:

- Es de carácter nacional y estratégico
- Se concentra en la movilidad interurbana
- Considera los distintos modos de transporte vial, ferroviario, marítimo y aéreo
- Es un plan de largo plazo (hasta 2050)
- Permite aportar al crecimiento del PIB con: Competitividad y productividad; y Equidad e integración regional
- Permite aportar a la sostenibilidad ambiental y resiliencia de la red

El resultado del plan para proyectos viales considera cerca de 20.000 km, con 4 corredores longitudinales y 58 transversales, además de orbitales en Santiago, Valparaíso y Concepción, y bypasses en capitales regionales. La inversión durante el período de 30 años se estima en más de 30.000 millones de US\$ y se considera



154

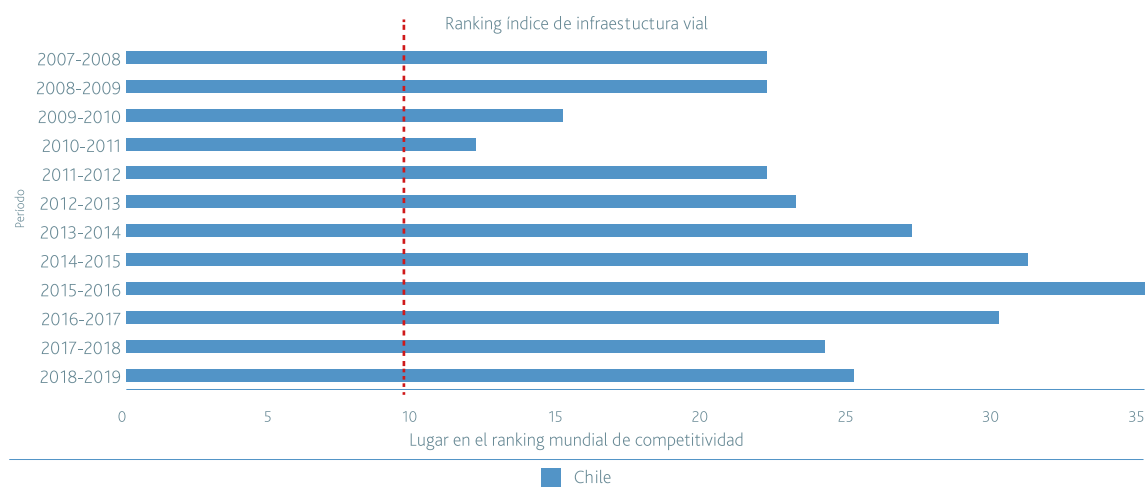


que el 45% de la inversión se concentraría en los próximos 10 años.

Por otra parte, como medida para combatir el desempleo generado por la pandemia del Covid-19, el gobierno ha dado un impulso a los proyectos de obras públicas apurando su ejecución para generar puestos de trabajo.

Como muestra el indicador de calidad general de la infraestructura, como componente del índice Global de Competitividad, elaborado anualmente por el Foro Económico Mundial, durante el periodo 2016 a 2018, Chile mostró una mejora del índice y en su posición relativa, sin embargo, en el periodo 2018-2019, volvió a retroceder y se encuentra lejos de su mejor nivel, registrado en el periodo 2010-2011, como se observa en la siguiente figura.

Figura 4.1: Evolución del Ranking de Índice de Infraestructura vial



Fuente: Elaboración propia en base a reportes del Foro Económico Mundial e ICD 2018.

Impacto de la pandemia COVID-19

La pandemia ha tenido un impacto importante en los niveles de tráfico en todo el mundo, y Chile no es la excepción. En el tráfico interurbano, el impacto varía dependiendo de las restricciones sanitarias impuestas por la autoridad y el temor a contagiarse de los usuarios, así como del tipo de vehículo.

La figura siguiente muestra el tráfico mensual desde enero 2020 hasta septiembre 2021 comparado con el tráfico del mismo mes en el año 2019¹ de todas las plazas de peaje interurbanas de Chile².

¹ Debido a los disturbios sociales que comenzaron en octubre de 2019 y en general duraron hasta diciembre de 2019, no se muestran estadísticas respecto a estos meses.

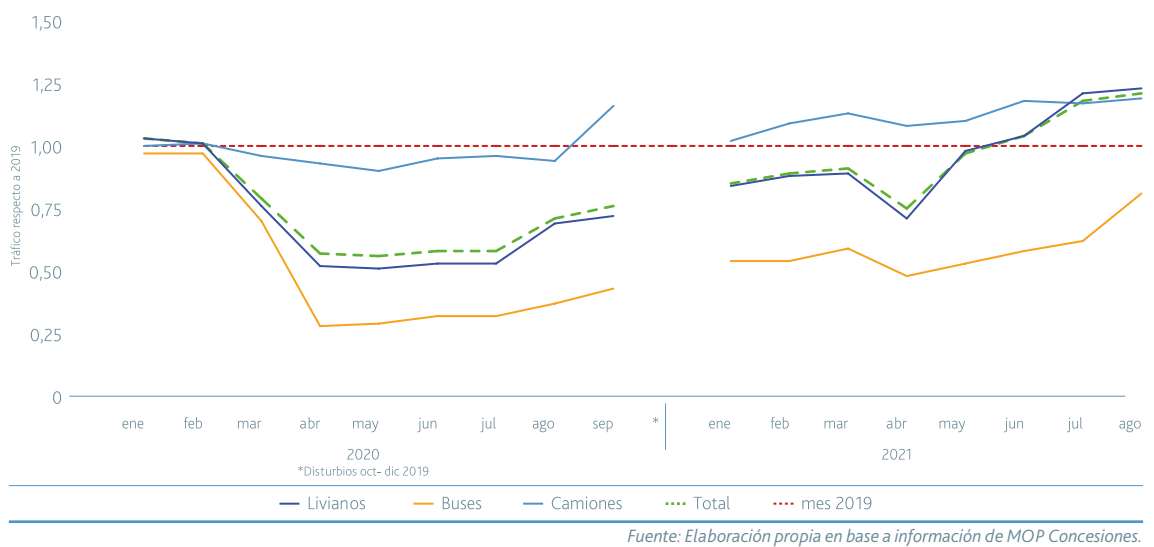
² Información provista por MOP concesiones hasta agosto de 2021. Excluye los tramos urbanos de estas concesiones. Algunas plazas de peaje fueron descartadas del análisis por mostrar algunas inconsistencias o falta de datos. Para la comparación para enero a mayo de 2021 se eliminaron las plazas de peaje de la Concesión Santiago Talca y las laterales de la Ruta 78, debido a que algunas plazas no se encontraban operativas entre enero y mayo de 2021.

Figura 4.2: Tráfico interurbano durante pandemia versus 2019



En la figura anterior se aprecia que luego del impacto inicial de la pandemia, los tráficos se han ido recuperando, llegando a estar por sobre los niveles de tráfico del 2019 desde junio de 2021. Esta recuperación también ha sido impulsada por el proceso de vacunación masivo que comenzó en febrero del 2021, el levantamiento paulatino de las restricciones de movilidad y el término del Estado de Catástrofe en septiembre de 2021.

Figura 4.3: Tráfico interurbano durante pandemia versus 2019, por tipo de vehículo



Respecto al impacto por tipo de vehículo, se observa que los buses han sido los más impactados, llegando en promedio entre abril y septiembre del 2020 a aproximadamente un 34% del tráfico del 2019, mientras que en el 2021 se ha ido recuperando, llegando a un promedio de aproximadamente 55% en el periodo enero-julio de 2021, y sobre el 80% en agosto de 2021.

El flujo de vehículos livianos tuvo un impacto menor al de los buses, y muestra niveles de tráfico por sobre los del año 2019 desde junio de 2021.

El flujo de camiones ha sido el menos impactado, inicialmente con niveles de tráfico cercanos a los del 2019 llegando a -10% en su peor momento, y con niveles por sobre los del 2019 desde septiembre 2020, mostrando crecimientos en torno al 18% respecto a 2019 en los últimos tres meses con datos disponibles (junio-agosto 2021).

En las siguientes figuras se muestra la diferencia del comportamiento del tráfico entre plazas troncales y laterales, donde se observa que los efectos de recuperación son más notorios en el tráfico de las plazas troncales que en las laterales.

Figura 4.4: Tráfico interurbano durante pandemia versus 2019, por tipo de vehículo y tipo de plaza



Fuente: Elaboración propia en base a información de MOP Concesiones.

En las figuras se aprecia que en general el tráfico de larga distancia ha tenido una recuperación más rápida que el tráfico local (plazas troncales), lo que se aprecia en mayor medida en el tráfico de buses y a partir del tercer trimestre del 2021 también en los vehículos livianos.

En las siguientes secciones de este capítulo se hace una revisión de los proyectos viales del sistema concesionado, tanto de los en operación como en construcción y por licitar, estimando requerimientos adicionales de capacidad para atender la demanda proyectada hasta el año 2031, horizonte de análisis de la presente edición de informe ICD. Adicionalmente, en esta publicación se incluye una estimación de requerimientos de inversión en puentes.

3

Situación actual y diagnóstico

Debido a la pandemia de Covid-19, el Gobierno ingresó un Proyecto de Ley que crea el Fondo de Emergencia Transitorio Covid-19, desde el cual el Gobierno podrá ejecutar distintas acciones para enfrentar la emergencia y la reactivación de forma flexible hasta el 30 de junio de 2022. Esta ley 21.288 fue promulgada el 4 de diciembre de 2020, y entre otros, aumenta los fondos para iniciativas de inversión del Ministerio de Obras Públicas, entre las que se encuentran las de la Dirección de Vialidad.

Con lo anterior, el gasto decretado, asignado a la dirección de Vialidad aumentó en un 45% y 48% en 2021 y 2022, respectivamente.

Concesiones viales

Hoy en día existen diversos proyectos de concesión en operación en Chile, pero también varios en construcción o mejoramiento y en carpeta para licitación, correspondiendo varias a su segundo período de licitación:

- 26 en operación con más de 3.243 km de extensión
- 5 concesiones nuevas en construcción con cerca de 367 km
- 2 tramos nuevos como parte de 2^{as} concesiones (Ruta 5 tramo Talca Chillán 56 km interurbanos y Ruta 5 tramo Los Vilos La Serena 16 km urbanos)

De las concesiones en licitación o en carpeta durante los próximos 2 años, tres se encuentran en fase de licitación, 6 más están en carpeta y corresponden a 2as concesiones y ocho son concesiones nuevas³.

Si todas estas inversiones se realizan, la red concesionada llegará a extenderse por más de 5.000 km (+36%).

Cabe señalar que los siguientes proyectos consideradas como licitaciones en el ICD anterior ya no se encuentran en carpeta: Ruta 5 tramo Tarapacá – Antofagasta (ID 04), Ruta 5 tramo Caldera – Antofagasta (ID 05) y la Autopista Santiago – Marga Marga – Quillota (ID 17).



³ Ver anexo 1, lista de concesiones, estado y extensión.

Vialidad interurbana no concesionada

Los proyectos incluidos en el programa de inversiones de la Dirección de Vialidad del MOP, corresponden principalmente a mantención, conservación y reposición de pavimentos, incluidos los puentes.

Puentes

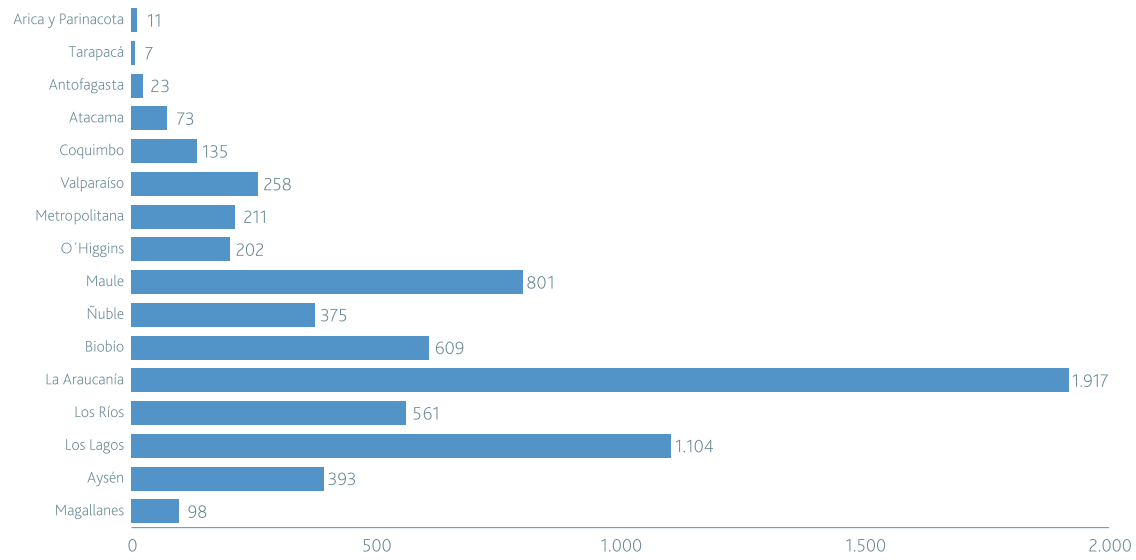
En el contexto de la vialidad interurbana, los puentes son fundamentales para la integración territorial del país y constituyen infraestructura crítica para la resiliencia frente al cambio climático y desastres naturales a los que se ve enfrentado el país en distintos momentos.

Un catastro actualizado de los puentes y su estado actual es el punto de partida para la planificación de inversiones en los mismos, incluyendo desde la adecuada mantención, hasta su reposición y nuevas obras.

De acuerdo al Reporte de Activos Tipo Puente de la Dirección de Vialidad, a septiembre de 2021 se contabilizaban 6.628 puentes (PT), 98 pasos superiores (PS) y 52 viaductos (VI) con una longitud total de 235,7 km.

En la siguiente figura se muestra el total de Activos Tipo Puente por región.

Figura 4.5: Activos Tipo Puente por región



Fuente: Dirección de Vialidad.

4

Requerimientos y cuantificación del déficit 2022-2031

Concesiones viales

Para las concesiones viales en operación, se estimaron primero, las inversiones correspondientes a obras en construcción que no estarán terminadas en diciembre 2021. En total, este tipo de inversión alcanzaría los US\$ 231,23 millones, distribuidos de la siguiente manera:

- Concesión Túnel El Melón, inversión de UF 2.860.768, avance de 71,82% a agosto del 2021. Se estima que durante 2022 quedaría por invertir US\$ 22,49 millones.
- Camino Nogales – Puchuncaví, inversión de UF 5.250.000, avance de 31,18% al 31 de mayo. Se estima que durante el período 2022-2027 quedan por invertir 174,98 millones de US\$
- R5, Tramo Chillán – Collipulli, inversión de UF 998.000 en obras de mejoramiento de infraestructura y servicios, avance de 2% a fines de 2020. Suponiendo un avance lineal de las obras, se estima que durante el período 2022-2027 quedarían por invertir 14,85 millones de US\$.
- R160, Tramo Tres Pinos – Coronel, por invertir 18,9 millones de US\$.

Tabla 4.2. Resumen inversiones pendientes por contratos actuales de concesiones

ID figura	Concesión	Extensión (km)	Inicio Concesión	Fin Concesión	Inversión total por obras pendientes de ejecutar (MM US\$)	
					2022-2026	2022-2031
12	Túnel El Melón	5,2	jun-16	15 años o VPI (2031)	22	22
13	Camino Nogales – Puchuncaví	43	Ago-16	38 años o VPI (2054)	175	175
27	R5, Tramo Chillán – Collipulli	161	jun-98	Ago 2022	15	15
30	R160, Tramo Tres Pinos – Coronel	89	sept-08	40 años o VPI (Sep 2048)	19	19
Total					231	231

Fuente: Elaboración propia a base de lo publicado por el MOP.

En segundo lugar, se estimaron requerimientos adicionales de inversión identificando necesidades de aumentos de capacidad, de manera que no se generen problemas de congestión hasta el año 2031.

Para estimar los aumentos de capacidad, se usó la metodología de Hora 30, que consiste en ordenar los tráficos de todas las horas del año de mayor a menor e identificar el tráfico que se encuentra en la posición 30. Ahora bien, el tráfico incluye diferentes tipos de vehículos, cada uno con diferentes dimensiones. Para corregir este factor, se utiliza la unidad vehículos equivalentes (veq), que normaliza el tráfico de distintos tipos de vehículo a vehículos livianos, al considerar factores de equivalencia para buses y camiones. Los factores de equivalencia utilizados en cada tipo de vehículo se presentan en la siguiente tabla.



Tabla 4.3. Factores de equivalencia utilizados por tipo de vehículo para metodología de Hora 30

Tipo de vehículo	Factor de equivalencia
Motos y motonetas	0,5
Autos y camionetas sin remolque	1
Autos y camionetas con remolque	2
Buses y camiones de 2 ejes	2
Camioneta doble rueda trasera, maquinaria agrícola o maquinaria de construcción	2
Buses y camiones de más de 2 ejes	3
Camiones con remolque	3
Vehículos con sobredimensión (ancho de 2.6-4.5 metros y largo menor a 30 metros)	4
Vehículos con sobredimensión (ancho mayor a 4.5 metros o largo mayor a 30 metros)	5

Fuente: Elaboración propia.

El criterio es el siguiente: si la proyección de la Hora 30 (en vehículos equivalentes por hora) supera el valor de referencia utilizado para la capacidad, se detona la necesidad de un aumento. Esta metodología es utilizada internacionalmente y permite no sobredimensionar requerimientos de infraestructura, como se haría si se utilizara, por ejemplo, la hora más cargada del año⁴.

La información utilizada de tráfico consiste en, principalmente, las plazas troncales de las concesiones a nivel horario desde el 1 de octubre de 2018 al 30 de septiembre de 2019. Esto permitió obtener la Hora 30 de cada plaza por sentido.

La proyección de la Hora 30 al año 2031 se realizó aplicando elasticidades PIB de la demanda, estimada a partir de la serie histórica de crecimiento del PIB y la serie de demanda de los flujos totales de vehículos de cada concesión, y en algunos casos distinguiendo por plaza de peaje, con datos hasta 2018. A partir de dicho año se realizó la proyección de los años 2019 y 2020 utilizando la serie de PIB observada, y estimada para el 2021. En los casos que los tráficos observados en dichos años eran mayores a los proyectados, se asumió el dato observado. Finalmente, se proyectó la demanda a partir del año 2021 utilizando las elasticidades y proyección del PIB, ajustando el año 2022 con el equivalente a un 50% del impacto de la pandemia observado en 2021.

Para las concesiones que no entregaban modelos razonables, por ejemplo, por contar con una serie muy corta de tráfico, se aplicaron supuestos de elasticidad razonables tomando en consideración los crecimientos de las otras concesiones.

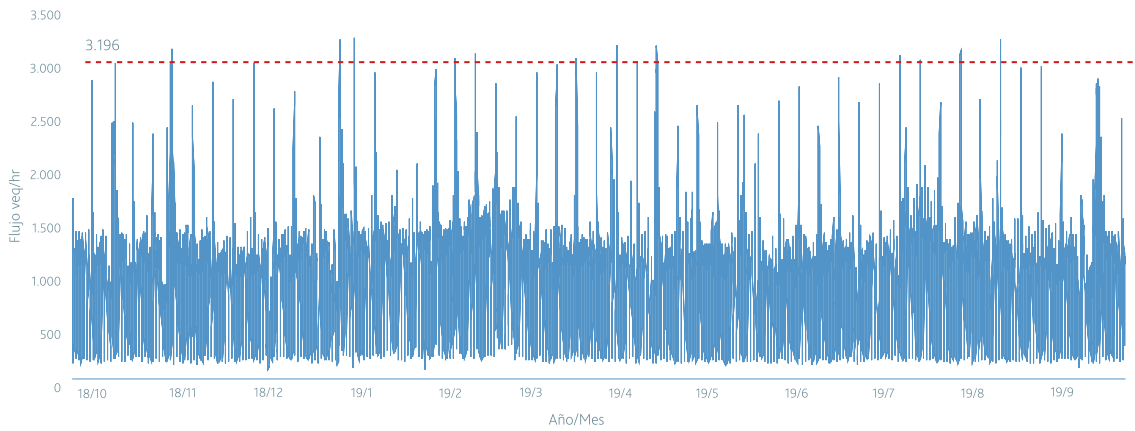
Al igual que en la metodología utilizada en el ICD anterior, se consideró que se requiere un aumento de capacidad de 2 a 3 pistas por sentido cuando la proyección de la Hora 30 alcanza los 3.200 veq/h. Así mismo se consideran aumentos de capacidad de 3 a 4 pistas cuando se alcanzan los 4.800 veq/h.

En la figura siguiente se presenta como ejemplo el flujo horario para la plaza de peaje Zapata de la Ruta 68 en sentido a Santiago. En este ejemplo, la Hora 30 resulta ser 3.196 veq/h.⁵

⁴ El detalle de la metodología puede ser revisada en el ICD 2018-2027.

⁵ En el Anexo 2 se encuentran los gráficos de todas las plazas analizadas.

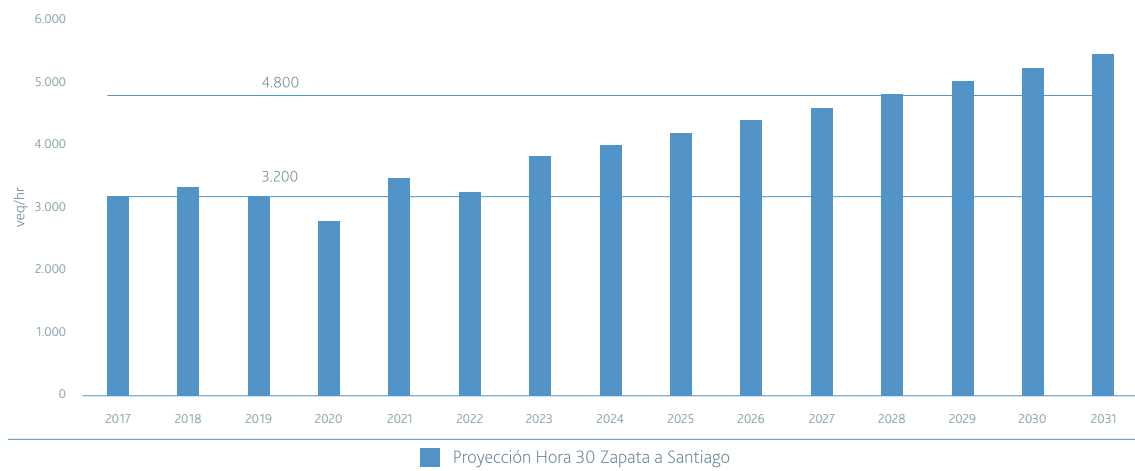
Figura 4.6: Demanda horaria plaza de peaje Zapata sentido a Santiago (R68)



Fuente: Elaboración propia en base a información de MOP Concesiones.

Aplicando los crecimientos para la Ruta 68 se obtiene la proyección de la Hora 30 de esta plaza-sentido. Según se observa en la siguiente figura esta plaza requeriría de una 3ª pista el año 2022 y de una 4ª pista en 2028.

Figura 4.7: Proyección Hora 30 plaza de peaje Zapata sentido a Santiago (R68)



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los requerimientos de aumento de capacidad. Se pudo constatar que la mayoría de ellos están incorporados en las futuras concesiones programadas, quedando solo 3 concesiones con requerimientos adicionales.

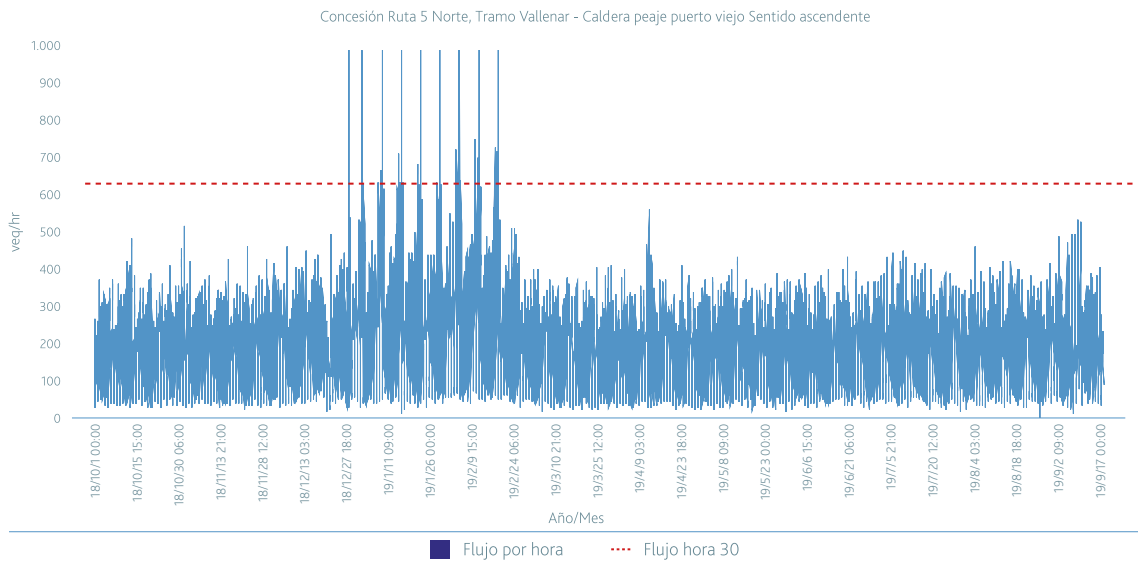
Tabla 4.4. Resumen inversiones por requerimientos de aumento de capacidad

ID	Concesión	Requerimientos de capacidad	Inversión por aumento de capacidad (MM US\$)	
			2022-2026	2027-2031
11	R5 Tramo Santiago – Los Vilos	Aumento de capacidad entre antiguo peaje Lampa y Nogales a 3 x 3		Ver Nota 1
15	Camino Santiago – Colina – Los Andes (R57)	Se requiere 4ª pista desde 2029 en las Canteras en dirección a Santiago		Ver Nota 1
16	Interconexión Vial Santiago – Valparaíso – Viña del Mar	Se comienzan a requerir 3as pistas desde el 2022 en algunos tramos-sentidos. Y luego en 2028 se vuelve a requerir aumento de capacidad a 4 pistas.		Ver Nota 1
19	Red Vial Litoral Central	Se requieren 3as pistas en la dirección más cargada de la ruta F90 a partir de 2027 y en la Ruta F94 en 2029.	17	50
20	Autopista Santiago – San Antonio, (R78)	A partir de 2025 se requieren 3as pistas entre Talagante y Melipilla.		Ver Nota 1
22	R5, Tramo Santiago – Talca y Acceso Sur a Santiago.	A partir de 2024 se requiere aumentar la capacidad a la altura del peaje Quinta (a 3 pistas) y en Angostura (a 4 pistas). En 2025 se requiere una 3ª pista en el Acceso Sur. (aprox. 193 km) Luego, el 2031 se vuelve a requerir una pista adicional en el Acceso Sur y en el sector de Angostura (aprox. 90 km)	193	283
26	2ª Concesión R5, Tramo Talca – Chillán	En 2026 en Río Claro se requieren 3as pistas.		Ver Nota 1
33	R5, Tramo Collipulli – Temuco	En 2031 se necesitan 3as pistas por Quepe Licitación prevé varias ampliaciones		Ver Nota 1
36	R5, Tramo Río Bueno – Puerto Montt	Ampliación tramo Frutillar-Puerto Montt	38	38
Total de inversiones por incrementos de capacidad no contempladas en nuevos contratos			248	371

Nota 1: Inversión contemplada en nuevos contratos (segundas concesiones).
Fuente: Elaboración propia en base a lo publicado por el MOP y distintas concesionarias.

En algunas concesiones el flujo presenta un aumento en meses estivales, como es el caso del tramo Vallenar – Caldera de la Ruta 5. En la siguiente figura se muestra el flujo por hora de la plaza Puerto Viejo de esta concesión.

Figura 4.8: Flujo por hora plaza Puerto Viejo de concesión Ruta 5 Tramo Vallenar – Caldera



Fuente: Elaboración propia en base a información de MOP Concesiones.

En estos casos no se propone la construcción de más pistas, pero si buscar soluciones operacionales que permitan aumentar la capacidad en las plazas de peaje al menos.

Concesiones viales en construcción

Las inversiones de obras actualmente en ejecución identificadas para las distintas concesiones, que corresponden a mejoras de una concesión en operación, fueron incorporadas en el punto anterior (ID 12, ID 13, ID 27 e ID 30).

Se identifican, sin embargo, las siguientes nuevas concesiones cuyas obras se estima que terminen antes de diciembre de 2031, y que requieren de una inversión total de 2.771 millones de US\$.

Tabla 4.5. Resumen general inversiones estimadas concesiones en construcción

Id en figura	Nombre	Extensión (km)	Inicio Concesión	Fin Concesión	Inicio de obras	PSP Total o Definitiva (estimada)	Inversión total por obras pendientes de ejecutar (MM US\$)	
							2022–2026	2022–2031
3	R25: Rutas del Loa	136	Abr-18	Abr-58	Ago-20	Ene-25	245	245
8	2ª Concesión R5 Los Vilos – La Serena - tramo urbano	16	Oct-19	2049 o VPI	Ene-23	Nov-26	338	338
8	2ª Concesión R5 Los Vilos – La Serena - tramo interurbano	229	Oct-19	2049 o VPI	Ene-23	Nov-26	182	182
23	R66: Camino de la Fruta	142	Nov-19	2064 o VPI	Ago-21	Nov-28	428	499
26	R5, Tramo Talca – Chillán + bypass	195+56	Mar-21	2053 o VPI	Mar-23	Mar-28	595	713
32	Ruta Nahuelbuta	55	Abr-18	2053 o VPI	Oct-20	Ene-24	205	205
39	Puente sobre canal de Chacao	2,7	-	-	-	Mar-25	587	587
Total							2.581	2.771

Nota: La inversión correspondiente a la Ruta G21, Accesos a Centros de Esquí, se incluye en las inversiones de Vialidad Urbana.
Fuente: Elaboración propia a base de lo publicado por el MOP.



Las inversiones para la segunda Concesión de Ruta 5 tramo Talca Chillán y el tramo interurbano de la segunda Concesión de Ruta 5 tramo Los Vilos – La Serena, no habían sido identificados en el ICD 2018-2027, lo que equivale a US\$ 895 millones adicionales que se agregan en esta edición del informe.

El total de la inversión asumida en el ICD anterior para los proyectos en agenda o en licitación y que hoy se encuentran en construcción, aumentó en 200 millones de US\$ según se muestra en la siguiente tabla detallado por concesión.

Tabla 4.6. Comparación inversiones estimadas concesiones en construcción vs ICD 2018-2027

	Inversión total por proyecto		Avance de las obras 2028-2027
	Considerada en ICD 2018-2027 como concesiones en agenda o en licitación	Considerada en ICD 2022-2031, como concesiones en construcción	
R25: Rutas del Loa	273	273	Esta obra ha avanzado a diciembre de 2021 un 10%, mientras que en el ICD anterior se esperaba un 80% de avance al 2022
2ª Concesión R5 Los Vilos – La Serena - tramo urbano	133	338	En el ICD anterior, este proyecto estaba previsto para el periodo 2023-2027. A la fecha, este proyecto se encuentra en etapa de Ingeniería Definitiva. Se estima iniciar las obras en el Sector Urbano Coquimbo-La Serena, durante el primer semestre del año 2023 según MOP.
R66: Camino de la Fruta	600	499	Las obras de este proyecto no han comenzado, mientras que en el ICD anterior se esperaba un 25% de avance al 2022
Ruta Nahuelbuta	230	228	A diciembre 2021, las obras físicas llevan un 14% de avance, mientras que en el ICD anterior se esperaba terminar el proyecto durante el primer quinquenio, es decir máximo durante el 2022, ahora se proyecta para el 2024.
Puente sobre canal de Chacao	740	839	A octubre 2021, la obra llevaba un 30% de avance, mientras que en el ICD anterior se esperaba terminar el proyecto a más tardar el 2022, ahora se proyecta para el 2025.
	1.976	2.177	

*Nota: La inversión correspondiente a la Ruta G21, Acceso a Centros de Esquí, se incluye en las inversiones de Vialidad Urbana.
Fuente: Elaboración propia a base de lo publicado por el MOP e ICD 2018-2027.*

Mantenimiento vías concesionadas

Para mantener condiciones de seguridad, buen estado del pavimento y nivel de servicio, todas las concesiones deben incluir, en sus presupuestos, obras de mantenimiento y conservación.

Se asumió que durante el periodo 2022-2026 las concesiones que requerirán mantenimiento son las actuales, con un total de 3.234 km de extensión, mientras que en el periodo de 2027 a 2031, la longitud de vías a mantener incluye las concesiones en construcción lo que da un total de 3.673 kilómetros.

Para efectos de estimar el monto anual requerido para la mantención de las actuales autopistas interurbanas concesionadas se asumió un valor promedio de inversión inicial de 2 millones de dólares por kilómetro y un 5% anual de ese monto para mantención. Con lo anterior se obtiene un monto de US\$ 323 millones y US\$ 367 millones por año, que se debería invertir en mantener las actuales autopistas interurbanas en cada periodo analizado. Para el caso de las estimaciones incluidas en este informe, se supuso un valor promedio anual fijo.

En resumen, los totales estimados para el periodo de análisis corresponden a los que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 4.7. Resumen general inversiones estimadas para mantención concesiones

Período 2022–2026 (MM US\$)	Período 2022–2031 (MM US\$)
1.617	3.453

Fuente: Elaboración propia.

En el ICD 2018-2027, los montos para el primer quinquenio y decenio asociados a mantención de infraestructura vial concesionada fueron de 1.615 millones de dólares y 3.230 millones de dólares, respectivamente. Es decir, en esta nueva versión del ICD los montos se incrementaron levemente durante el segundo quinquenio, debido a que en esta actualización, se contabilizaron 439 kilómetros más en el total de infraestructura concesionada.

Concesiones en agenda o en licitación

Como se mencionó anteriormente, existen 3 proyectos de concesión que se encuentran en proceso de licitación y 13 en agenda para el período 2022 y 2023⁶.

Para la estimación de las inversiones en cada quinquenio, se realizaron supuestos respecto de las fechas de inicio y fin de las obras. Con lo anterior se estimó la proporción de la inversión de cada proyecto a ejecutarse entre el 2022 y 2027. La parte de la inversión no ejecutada en el primer quinquenio se asume para el segundo quinquenio.

Tabla 4.8. Supuestos período de obras de las concesiones en agenda o en licitación

ID	Concesión	Fecha estimada			Proporción de la inversión a ejecutarse en 2022-2027
		Llamado a licitación	Inicio obras	Fin obras	
20	2ª Concesión Autopista Santiago – San Antonio, (R78)	Adjudicada, Nov-21	Ene-24	Dic-28	80%
27	2ª Concesión Ruta 5: Chillan – Collipulli	En curso	Ene-24	Dic-27	100%
40	Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé (R5)	En curso	Jul-25	Dic-27	100%
11	2ª Concesión Ruta 5 Santiago – Los Vilos	2022 (2ºTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
15	2ª Concesión Ruta 57 Santiago – Colina – Los Andes	2023	Ene-27	Dic-31	18%
16	2ª Concesión Ruta 68	Dic-21	Jun-25	Dic-30	45%
28	2ª Concesión Acceso Norte a Concepción	2022	Ene-26	Dic-30	38%
33	2ª Concesión Ruta 5 Tramo Collipulli – Temuco	2023	Ene-27	Dic-31	18%
34	2ª Concesión Ruta 5 Temuco -Rio Bueno (incluye Accesos a Valdivia)	2022	Ene-26	Dic-30	38%
4	Ruta 5 Iquique – Antofagasta	2022 (2ºTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
5	Ruta 5 Caldera – Antofagasta	2022 (2ºTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
38	Concesión Vial Autopista Metropolitana de Puerto Montt (incluye tramo urbano)	2023	Ene-27	Dic-31	18%
42	Concesión Interconexión Vial Copiulemu – Hualqui – Puerto Coronel	2022 (4ºTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
43	Concesión Ruta del Villarrica	2022 (4ºTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
44	Concesión Ruta Pie de Monte	2022 (1erTrim)	Ene-26	Dic-30	38%
45	Concesión Vial Ruta Fronteriza Entrelagos	2023 (4ºTrim)	Ene-27	Dic-31	18%

Fuente: Elaboración propia.

⁶ No se han considerado los proyectos en agenda para los años 2024 y 2025, debido a la incertidumbre de su fecha de licitación y consecuentemente el inicio de las obras.

Considerando los montos de inversión publicados por el MOP y los supuestos anteriores, se estimaron las inversiones indicadas en la tabla siguiente para cada proyecto, totalizando para el primer quinquenio US\$ 3.697 millones y para el decenio US\$ 7.961 millones. Estos valores difieren de los estimados en el ICD anterior, (US\$ 1.700 millones y US\$ 3.089 millones, respectivamente), debido principalmente a que en el ICD anterior no se incorporaban las inversiones de las segundas licitaciones de concesiones existentes, salvo por los aumentos de capacidad que pudiesen haber requerido. Por otra parte, algunos de los proyectos que estaban considerados, aumentaron la inversión requerida (Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé, por ejemplo) y se agregaron proyectos que avanzaron de etapa y se encuentran por licitar.

Tabla 4.9. Inversiones estimadas para concesiones en agenda o en licitación (millones de US\$)

ID	Concesión	Extensión (km)	Inversión total (MM US\$)	Inversiones por período	
				Inversión total (MM US\$) 2022–2026	2022–2031
20	2ª Concesión Autopista Santiago – San Antonio, (R78)	132	513	410	513
27	2ª Concesión Ruta 5: Chillan – Collipulli	161	477	477	477
40	Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé (R5)	110	507	507	507
11	2ª Concesión Ruta 5 Santiago – Los Vilos	218	768	294	768
15	2ª Concesión Ruta 57 Santiago – Colina – Los Andes	116	473	87	473
16	2ª Concesión Ruta 68	141	1213	543	1213
28	2ª Concesión Acceso Norte a Concepción	89	460	176	460
33	2ª Concesión Ruta 5 Tramo Collipulli – Temuco	144	250	46	250
34	2ª Concesión Ruta 5 Temuco -Río Bueno (incluye Accesos a Valdivia)	172	734	281	734
4	Ruta 5 Iquique – Antofagasta	370	402	154	402
5	Ruta 5 Caldera – Antofagasta	470	628	241	628
38	Concesión Vial Autopista Metropolitana de Puerto Montt (incluye tramo urbano)	34	396	73	396
42	Concesión Interconexión Vial Copiulemu – Hualqui – Puerto Coronel	39	144	55	144
43	Concesión Ruta del Villarrica	86	512	196	512
44	Concesión Ruta Pie de Monte	20	335	128	335
45	Concesión Vial Ruta Fronteriza Entrelagos	113	149	27	149
Total			7.961	3.697	7.961

Fuente: Elaboración propia a base de lo publicado por el MOP.

Vialidad interurbana no concesionada

En el caso de la vialidad interurbana no concesionada, es posible estimar la inversión ejecutada para compararla con la inversión estimada en el ICD anterior.

Usando como supuesto la ejecución lineal de los montos, entre enero 2018 y septiembre de 2021 el avance debería corresponder al 75%, de la inversión identificada en el ICD 2018-2027 para el período 2018 a 2022, lo que llega a alrededor de US\$ 4.742 millones. A septiembre de 2021, el gasto ha sido de US\$ 4.646 millones.

Tabla 4.10. Inversiones en vialidad interurbana no concesionada ejecutada (millones de US\$)

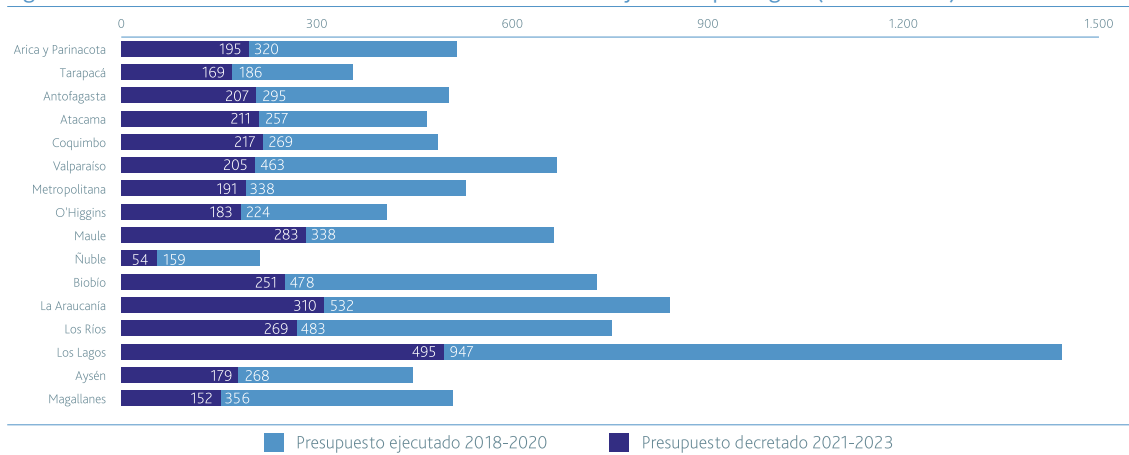
Período	Tipo inversión	Gasto Dirección de Vialidad	Comentario
2018		1.127	
2019	Regular	1.352	
2020		1.182	
2021 a septiembre	Regular	817	62% del presupuesto del año
	FET	167	29% del presupuesto del año
2018 a septiembre 2021	Regular	4.479	94% de lo estimado en ICD anterior
	Total con FET	4.646	98% de lo estimado en ICD anterior

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección de Planeamiento del MOP.

Según información de la Dirección de Planeamiento del MOP, para el año 2022 se han decretado gastos por US\$ 1.328 millones, más US\$ 635 millones asignados por el FET⁷. Para el año 2023 existen inversiones por US\$ 1.219 millones decretadas.

En la siguiente figura se puede observar la distribución por región de estos gastos. Se observa que, tal como se previó en el ICD anterior, la región de Los Lagos es la zona donde se realizaron la mayor cantidad de inversiones en el período 2018 a 2020.

Figura 4.9: Inversiones en vialidad interurbana no concesionada ejecutada por región (US\$ Millones)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección de Planeamiento del MOP.

⁷ FET: Fondo de Emergencia Transitorio Covid 19, creado por ley 21.288 en 2020 para solventar los gastos y atender las necesidades derivadas de la crisis sanitaria causada por la enfermedad Covid-19.

Sin considerar los montos asignados por el FET, se observa un gasto anual promedio entre 2018 y 2023 de 1.253 millones de US\$, el cual desciende a 1.215 millones de US\$ si se excluyen las inversiones relacionadas con puentes. Lo anterior permite suponer un gasto promedio de 38 millones de US\$ anuales relacionadas a puentes.

Tabla 4.11 Inversiones en vialidad interurbana no concesionada promedio 2018-2023 (millones de US\$)

Año	Gasto real o decretado	Inversión incluyendo puentes (MM US\$)	Inversión sin puentes (MM US\$)
2018	Gasto real	1.127	1.120
2019	Gasto real	1.352	1.342
2020	Gasto real	1.182	1.175
2021	Arrastre proyectado	1.310	1.260
2022	Arrastre proyectado	1.328	1.228
2023	Arrastre proyectado	1.219	1.164
Promedio 2018-2023		1.253	1.215

Nota: Para el cálculo del promedio no se consideraron las inversiones por parte del FET
Fuente: elaboración propia en base a datos de la Dirección de Planeamiento del MOP.

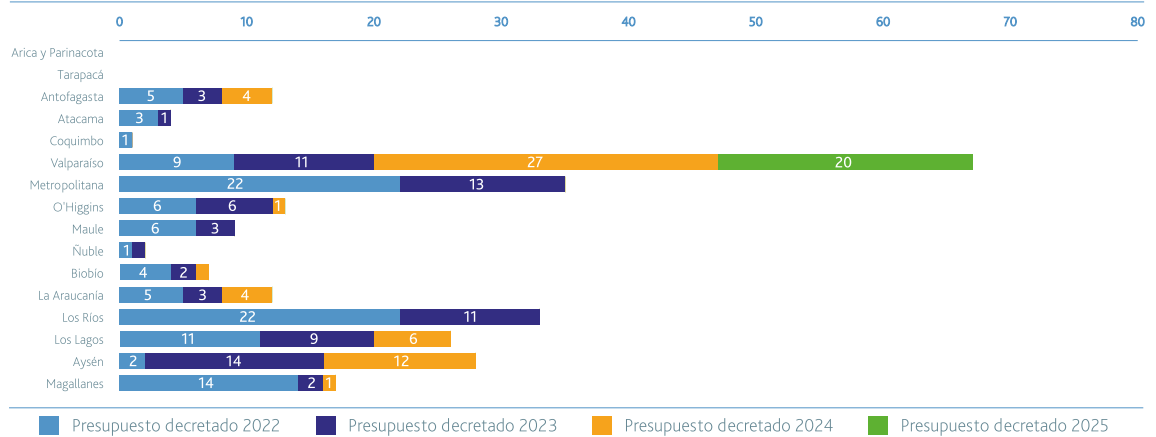
Puentes

Como se mencionó anteriormente y dada la relevancia que tienen los puentes para la integración territorial del país y su rol en la resiliencia de la infraestructura, se incluye en este ICD por primera vez información relativa a estas infraestructuras.

En particular, se dispone de los montos de inversión en vialidad interurbana no concesionada con recursos de arrastre proyectados para los años 2022 a 2025, que incluyen aproximadamente US\$ 113, 79, 55 y 20 millones de inversiones anuales en puentes, respectivamente.

En la figura siguiente se indican las inversiones en puentes por región.

Figura 4.10: Inversiones en estructuras tipo puente, presupuestos decretados 2022 a 2025 (millones de US\$)



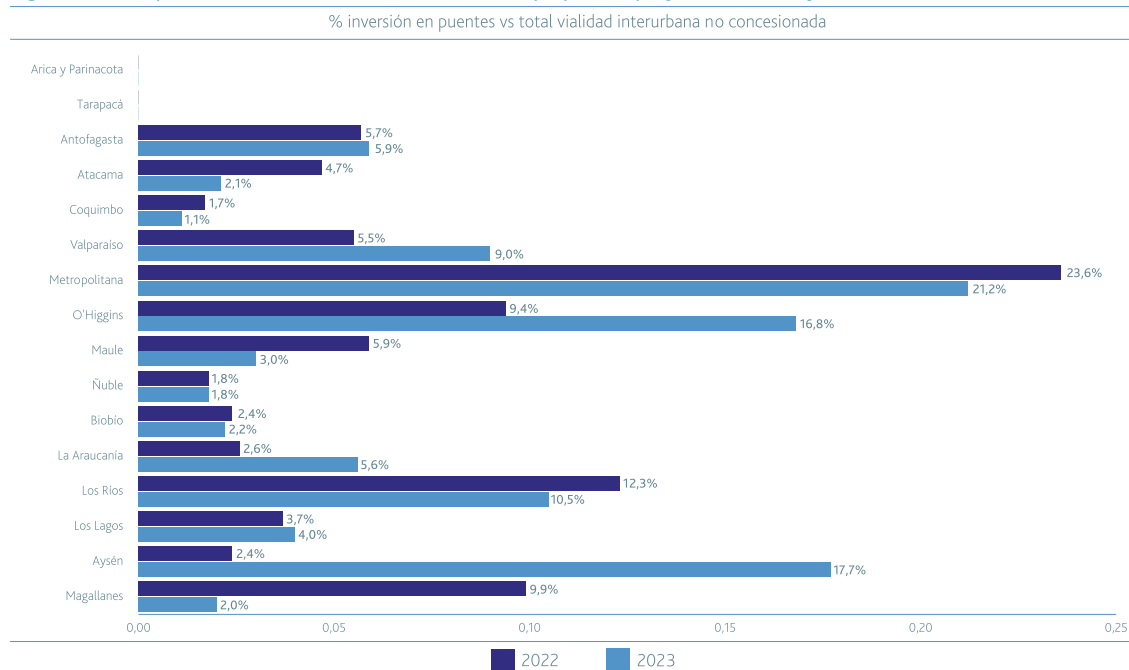
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección de Planeamiento del MOP.



La proporción del total de inversión de vialidad interurbana no concesionada correspondiente a inversiones en estructuras tipo puente equivale a 5,7% en 2022 y 6,5% en 2023.

A continuación, se muestra esta proporción por región.

Figura 4.11: Proporción de la inversión en estructuras tipo puente proyectada, 2022 y 2023



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección de Planeamiento y el Sistema Integral de Gestión de Solicitudes del MOP.

Inversiones en vialidad no concesionada

Considerando la información anterior, para los años 2022 y 2023 la vialidad no concesionada sin puentes considera los montos programados para dichos años, por otro lado, el monto de la glosa FET sin las inversiones asociadas a puentes asciende a US\$ 620 millones. Dado que los montos de inversión en vialidad no concesionada no han variado significativamente año a año, se considerará para los años 2024 y siguientes, el promedio de inversión estimada sin puentes de 1.215 millones de US\$ anuales.

Para las inversiones relacionadas a puentes, se considerarán los montos de inversión decretados para el periodo 2022-2025, y para los años 2026 y siguientes, el promedio histórico de 38 millones de US\$ anuales.

Tabla 4.12. Resumen general inversiones estimadas en vialidad interurbana no concesionada

	Período 2022–2026 (millones de US\$)	Período 2022–2031 (millones de US\$)
Vialidad no concesionada sin puentes(1)	6.656	12.730
Vialidad no concesionada solo puentes	305	497
Total Vialidad no concesionada	6.961	13.226

*Nota 1: Incluye 620 millones de US\$ de inversión decretada en el marco del FET.
Fuente: elaboración propia.*

Para una siguiente versión del ICD se recomienda indagar en las inversiones rutinarias y/o nuevas inversiones en puentes mayores para ser agregados.



5

Resumen total de inversiones

En la siguiente tabla se presentan los montos de inversión requeridos para un sistema vial interurbano, concesionado y no concesionado, que permita entregar los niveles de servicio necesarios para aumentar la competitividad y eficiencia. A modo de comparación, también se muestran las inversiones indicadas en el ICD anterior.

Tabla 4.13. Resumen total inversiones vialidad interurbana concesionada y no concesionada

Item	Detalle	Inversión (millones de US\$)			
		2022-2026	2022-2031	ICD 2018-2027 2018-2022	ICD 2018-2027 2018-2027
1	Concesiones en operación: Inversión ya definida en contratos	231	231	566	566
2	Concesiones en operación: Necesidades de aumentos de capacidad	248	371	458	692
3	Concesiones en construcción	2.581	2.771	110	110
4	Mantenimiento vías concesionadas	1.617	3.453	1.615	3.230
5	Concesiones en agenda o en licitación	3.695	7.961	1.700	3.099
6	Vialidad interurbana no concesionada (sin puentes)	6.656	12.730	6.323	12.646
	Puentes	305	497		
Total		15.334	28.013	10.772	20.343

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior destaca que más del 45% de la inversión esperada para el período 2022-2031 corresponde a proyectos de vialidad interurbana no concesionada incluyendo puentes. Cabe recordar que las inversiones realizadas en este tipo de proyectos se han mantenido relativamente constante en el tiempo, por lo que su ocurrencia es altamente probable.

El segundo ítem, en términos de monto de inversión, corresponde a las obras de concesiones en agenda o en licitación, con un 30% del total de inversiones estimadas en vialidad interurbana. En contraposición al punto anterior, este tipo de inversión también es altamente probable que ocurra, pero podría desplazarse en el tiempo o concentrarse en una mayor proporción durante el segundo quinquenio.

En la tabla 4.14 se muestra la distribución de la inversión en vialidad interurbana por región⁸, donde se observan montos de inversión importantes en las regiones de Los Lagos, Valparaíso, Metropolitana, Biobío y Araucanía, concentrando más del 50% de la inversión requerida.



Tabla 4.14. Resumen total inversiones estimadas en vialidad interurbana por región

Región	Período 2022-2026 (MM US\$)	Período 2022-2031 (MM US\$)
Arica y Parinacota	348	665
Tarapacá	393	804
Antofagasta	966	1.855
Atacama	632	1.289
Coquimbo	1.182	1.844
Valparaíso	1.641	3.213
Metropolitana	1.376	2.651
O'Higgins	691	1.160
Maule	1.259	1.992
Ñuble	285	437
Biobío	1.473	2.674
La Araucanía	1.195	2.550
Los Ríos	777	1.609
Los Lagos	2.324	3.770
Aysén	356	671
Magallanes	282	534
No regionalizable	154	294
Total	15.334	28.013

Fuente: Elaboración propia.

6 Recomendaciones

La vialidad interurbana es fundamental en la conectividad, desarrollo y crecimiento económico del país. Con base en lo reportado y el estado actual de este tipo de infraestructura, se presentan las siguientes recomendaciones.

Actualmente, la generación de nuevos proyectos de infraestructura vial relevante ocurre por el término de concesiones actuales, por el análisis individual de concesionarios respecto de sus concesiones o bien, por la presentación de ideas de privados, las cuales suelen requerir de largos procesos para llegar a ser de interés público.

En ese sentido, sería recomendable la elaboración de estudios que permitan anticiparse a requerimientos de capacidad desde un punto de vista más estratégico y continuo, de modo que estos antecedentes sirvan para la planificación de nuevas concesiones. En esa línea, el ICD es un valioso esfuerzo para la identificación de necesidades y la creación de nuevas oportunidades de inversión tanto públicas como privadas.

Se recomienda también aumentar la frecuencia con la que se estudian cambios en la capacidad de la infraestructura, para lo cual se requeriría que la Autoridad a cargo de los estudios y aprobaciones de los proyectos revisara sus procesos para hacerlos más ágiles.

Por otro lado, se aconseja mantener los avances en la tecnología de las infraestructuras. Todas las últimas concesiones incluyen sistemas de cobro del tipo *free-flow*, lo que no solo permite mejorar significativamente la capacidad de atención en las plazas de peaje, sino también avanzar en el monitoreo de flujo constante.

Sumado a lo anterior, se recomienda avanzar en la elaboración, mantención y claridad de las bases de datos públicas de inversión. A modo de ejemplo, podría generarse una categorización de mayor especificidad en cuanto al tipo de infraestructura (puente, autopista, conexión, etc.) o al tipo de obra ejecutada (mantención, construcción, ampliación, entre otras). Esto permitiría generar análisis de mayor profundidad en cuanto a las necesidades del país, para así incluir medidas progresivas en futuras planificaciones de infraestructura.

La categorización adecuada del tipo de infraestructura ayudaría, a su vez, a la última recomendación: hacer seguimiento a la inversión relativa a puentes, tanto para su mantenimiento como para la generación de nuevas infraestructuras. Este tipo de construcción representa un elemento indispensable para mantener la resiliencia del país, permitiendo la conectividad vial y abastecimiento básico de las ciudades en caso de eventos naturales catastróficos.

En síntesis, la vialidad interurbana podría mejorarse aún más si se aumenta la frecuencia con la que es analizada la capacidad ante cambios por tráfico inducido y se promueve la inclusión de tecnología (mediante plazas *free-flow* y bases de datos efectivas).

La mitad de las inversiones estimadas en el presente ICD 2022-2031 corresponde a vialidad no concesionada, lo que ha seguido la tendencia histórica del gasto, pero que sin embargo no necesariamente es indicativo de una mejora del estándar acorde con el nivel de desarrollo esperado por la población. Sería recomendable contar con información unificada para todo el país que dé cuenta de requerimientos de la infraestructura existente y nueva a nivel más local que la vialidad concesionada. Es un desafío para los Gobiernos Regionales impulsar proyectos y nuevas ideas que atiendan sus necesidades.



Lista de Concesiones, estado y extensión

Estado	ID	Concesión	Fecha estimada de llamado a licitación	Extensión (km)	Extensión actuales y nuevas (km)
En operación	1	Alternativas de acceso a Iquique		78,4	3.234
	2	Autopistas de la Región de Antofagasta		201	
	6	R5 Tramo, Vallenar – Caldera		227	
	7	Ruta 5, Tramo La Serena – Vallenar		186,5	
	8	2ª Concesión R5 Los Vilos–La Serena - tramo interurbano		229	
	10	Ruta 43, Coquimbo		86	
	11	R5 Tramo Santiago – Los Vilos		218	
	12	Túnel El Melón		5,2	
	13	Camino Nogales – Puchuncaví		43	
	14	Camino Internacional Ruta 60 CH		90	
	15	Camino Santiago – Colina – Los Andes (R57)		116	
	16	Interconexión Vial Santiago – Valparaíso – Viña del Mar		141	
	19	Red Vial Litoral Central		77	
	20	Autopista Santiago – San Antonio, (R78)		132	
	21	Variante Melipilla		8	
	22	R5, Tramo Santiago–Talca y Acceso Sur a Santiago.		237	
	26	2ª Concesión R5, Tramo Talca – Chillán		195	
	27	R5, Tramo Chillán – Collipulli		161	
	28	Acceso Norte a Concepción		89	
	29	Ruta Interportuaria Talcahuano–Penco		14,6	
	30	R160, Tramo Tres Pinos – Coronel		89	
	31	Autopista Concepción – Cabrero		103	
	33	R5, Tramo Collipulli–Temuco		144	
	34	R5, Tramo Temuco – Río Bueno		172	
	36	R5, Tramo Río Bueno – Puerto Montt		136	
	37	R5, Tramo Puerto Montt – Pargua		55	



178



Estado	ID	Concesión	Fecha estimada de llamado a licitación	Extensión (km)	Extensión actuales y nuevas (km)
En Construcción	3	R25: Rutas del Loa	Ene-25	136	439
	8*	2ª Concesión R5 Los Vilos–La Serena - tramo urbano	Nov-26	16	
	18	Ruta G21, Acceso a Centros de Esquí	Mar-29	31	
	23	R66: Camino de la Fruta	Nov-28	142	
	26*	2ª Concesión R5, Tramo Talca – Chillán (Bypass)	Mar-28	56	
	32	Ruta Nahuelbuta	Ene-24	55	
	39	Puente sobre canal de Chacao	S/I	2,7	
Licitación en curso	20	Autopista Santiago – San Antonio, (R78)	Adjudicada, Nov-21	132	110
	27-2	2a Concesión Ruta 5: Chillan - Collipulli		161	
	40	Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé (R5)		110	
2as licitaciones en carpeta	11-2	2ª Concesión Ruta 5 Santiago – Los Vilos	2022 (2ºTrim)	218	0
	15-2	2ª Concesión Ruta 57 Santiago - Colina - Los Andes	2023	116	
	16-2	2ª Concesión Ruta 68	Dic-21	141	
	28-2	2ª Concesión Acceso Norte a Concepción	2022	89	
	33-2	2ª Concesión Ruta 5 Tramo Collipulli - Temuco	2023	144	
	34-2	2ª Concesión Ruta 5 Temuco -Rio Bueno	2022	172	
Nuevas licitaciones en carpeta	4	Ruta 5 Iquique – Antofagasta	2022 (2ºTrim)	370	1.224
	5	Ruta 5 Caldera – Antofagasta	2022 (2ºTrim)	470	
	35	Rutas de Acceso a Valdivia (Parte de 2ª Concesión Ruta 5 Temuco -Rio Bueno)	2022	92	
	38	Concesión Vial Autopista Metropolitana de Puerto Montt (incluye tramo urbano)	2023	34	
	42	Concesión Interconexión Vial Copiulemu - Hualqui - Puerto Coronel	2022 (4ºTrim)	39	
	43	Concesión Ruta del Villarrica	2022 (4ºTrim)	86	
	44	Concesión Ruta Pie de Monte	Llamado 2022 (1erTrim)	20	
	45	Concesión Vial Ruta Fronteriza Entrelagos	2023 (4ºTrim)	113	





Capítulo 5

Vialidad Urbana

1

Resumen ejecutivo

La Crisis Climática, el aumento de la congestión en las ciudades y el creciente malestar social, demandan el desarrollo de ciudades sostenibles, armónicas y cohesionadas. Para esto, se requiere que las políticas públicas y las obras de infraestructura fomenten viajes eficientes, asequibles, seguros, saludables y que hagan cada vez más productivas las áreas urbanas.

En este capítulo se realiza un diagnóstico de la movilidad en nuestras ciudades, con énfasis en el transporte público, el transporte activo y en la equidad, resiliencia y competitividad de las capitales chilenas. Adicionalmente, se estimaron los requerimientos de inversión de infraestructura urbana para los próximos años, los que provienen de los Planes Maestros de Transporte vigentes en cada ciudad y de las obras de conservación y mantenimiento de calles y veredas.

Uno de los temas discutidos en el diagnóstico es el vínculo entre infraestructura especializada y el uso de diferentes modos¹. En particular, se establece que el desarrollo de obras para el transporte sostenible (público y activo) está fuertemente relacionado con el aumento en el uso de estos modos. Esto también se muestra en la experiencia chilena, exhibiendo modelos a seguir (como el de Concepción y Rancagua - Machalí) y también ciudades con tareas pendientes (e.g. Copiapó, Puerto Montt y la conurbación Coquimbo - La Serena). Lo anterior muestra que a través de la infraestructura es posible impulsar mejores formas de transportarse.

Otro desafío para nuestras ciudades es la fricción entre diferentes modos. Esto se expone en algunas áreas urbanas como consecuencia del alto flujo de camiones, los que congestionan y provocan siniestros viales en zonas altamente pobladas. A su vez, la ausencia de políticas que promuevan el tránsito seguro de ciclistas ha causado un aumento de los accidentes mortales relacionados a este modo durante el 2020. Estas situaciones son elementos que debe ser atendidos a través de infraestructura especializada para vehículos pesados y también para ciclos, protegiendo a las personas y mejorando los tiempos de traslado y la competitividad de las ciudades.

Respecto al consolidado de obras necesarias, se han identificado mayores requerimientos de inversión en vialidad urbana para el periodo 2022-2031 que para la década estudiada en el último ICD (2018-2027). Este análisis incluye las inversiones de los Planes Maestros de Transporte de cada ciudad y las obras de conservación y mantenimiento de calles y aceras.

¹ Los modos de transporte son las modalidades necesarias para llevar a cabo los desplazamientos. Incluyen el peatón, la bicicleta, el coche, el autobús, el camión, los ferrocarriles, el transporte fluvial y marítimo (barcos, canales y puertos), el transporte aéreo (aeroplanos, aeropuertos y control del tráfico aéreo), incluso la unión de varios o los tres tipos de transporte. (Fuente: Anas, A., & Moses, L. N. (1979). Mode choice, transport structure and urban land use. *Journal of Urban Economics*, 6(2), 228-246)



182



Tabla 5.1: Inversión urbana requerida 2022-2031

	Inversión requerida (MM US\$)	Inversión requerida (MM US\$)	Inversión requerida (MM US\$)
	2022-2026	2027-2031	2022-2031
Plan maestro	7.037	12.323	19.360
Reposición y reparación de aceras y vialidad + vialidad	17.752	17.752	35.504
Total	24.789	30.075	54.864

Fuente: Elaboración propia.

2

Reseña del sector

A lo largo de la historia de las ciudades, la movilidad urbana y las actividades que desarrollan las personas han sido elementos íntimamente ligados.

Durante el siglo XIX y comienzos del siglo XX, la caminata fue el modo dominante en las metrópolis, permitiendo traslados cortos y el acceso a los servicios reunidos en las cercanías de las zonas residenciales. Luego, el creciente uso de la bicicleta logró que este modo concentrara cerca de la mitad de los traslados en algunas ciudades, ampliando las posibilidades de acceso de los ciudadanos y facilitando significativamente los desplazamientos. Sin embargo, a partir de la década de los 50, la masificación del automóvil ha significado que este modo se constituya como el dominante en nuestras metrópolis, permitiendo viajes más largos y cómodos para una parte de la población, pero también más contaminantes e ineficaces respecto al espacio urbano².

Esto no fue un problema en la mayoría de las ciudades a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, ya que el número de automóviles no conseguía copar la viabilidad disponible, ni tampoco las consideraciones medioambientales lograban calar en la población general.

Hoy en cambio, la situación ha cambiado. Nuestra generación enfrenta desafíos que deben ser resueltos desde la movilidad urbana: el cambio climático, la congestión en las ciudades, la emergencia del Covid y el creciente malestar social demandan el desarrollo de ciudades sostenibles, armónicas y cohesionadas.

Para esto, los instrumentos de planificación y las políticas públicas deben promover formas de movilización que sean incluyentes, asequibles, seguras, compatibles con el medio ambiente, que promuevan la salud pública y que hagan cada vez más competitiva y productiva a la ciudad³.

El posicionamiento de las ciudades

Las ciudades son espacios fundamentales para el progreso de las naciones. En ellas se desarrollan un sinnúmero de actividades que determinan la calidad de vida de las personas y la competitividad de los países.

Como fue expuesto en el Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027, el ranking “*Quality of living city*” compara distintas ciudades del mundo con respecto a diferentes elementos, entre los cuales están los siguientes:

- Entorno político, solidez institucional.
- Entorno económico, servicios financieros, tipo de cambio.
- Ambiente socio-cultural, 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.

² Transformando la Movilidad Urbana: Introducción a la Planeación del Transporte para Ciudades Sostenibles UCL (University College London).

³ Guía para la elaboración de un plan de movilidad. Diciembre 2018, Elaborado por Steer



184



- Ambiente natural, clima y riesgos de desastres naturales.

En la actualización 2019 de este índice, Santiago aparece en el puesto 93, mejorando su posición respecto al año 2017 (95), pero aún lejos de las mejores ubicaciones. Al revisar en detalle el ranking, en los primeros 75 puestos no aparece ninguna ciudad latinoamericana, siendo Montevideo la primera de la región (puesto 78). A su vez, ninguna otra ciudad de Chile aparece en el listado, develando el rezago del resto de las metrópolis nacionales respecto a su posición global y la competitividad que logran.

Por su parte, el Índice "IESE Cities in Motion 2020"⁴ exhibe en su ranking a Santiago en la posición 68, siendo la ciudad mejor ubicada de Latinoamérica.

Tabla 5.2: Ranking de ciudades de América Latina EISE, 2020

Ciudad	Posición regional	Posición global 2017	Posición global 2018	Posición global 2019
Santiago-Chile	1	85	75	68
Buenos Aires-Argentina	2	87	94	90
Montevideo-Uruguay	3	109	108	110
Panamá – Panamá	4	116	116	113
San José - Costa Rica	5	113	115	114

Fuente: IESE 2020

En este indicador Santiago ha expuesto mejoras significativas, pasando desde la casilla 85 en el 2017, a la posición 68 en el último año.

Pese a esto, nuestra capital aún se encuentra lejos de las mejores ciudades, lo cual se ve al comparar sus resultados respecto a los 5 primeros lugares del ranking.

Tabla 5.3: Santiago vs. las 5 ciudades mejor posicionadas en ranking IESE 2020

Categoría	Santiago	Londres	Nueva York	París	Tokio	Reikiavik
Gobernanza	94	2	30	44	26	25
Planificación urbana	40	2	1	12	23	125
Tecnología	94	6	8	20	22	58
Medio ambiente	29	35	69	48	6	1
Cohesión social	80	64	151	74	51	14
Proyección internacional	62	1	6	2	30	15
Movilidad y transporte	42	3	1	2	56	57
Capital humano	97	1	3	6	9	22
Economía	103	14	1	13	3	86
Posición Ranking 2019	68	1	2	3	4	5

Fuente: IESE 2020

⁴ Center for Globalization and Strategy y el Departamento de Estrategia del IESE Business School.

Aquí destacan márgenes de mejora respecto a Economía, Capital Humano, Gobernanza y Tecnología. Por otra parte, sobresalen mejores evaluaciones en temas como Medio Ambiente, Planificación Urbana y Movilidad y Transporte. A partir de esto, es posible concluir que la estrategia de Movilidad adoptada en Santiago, la cual combina un sistema de transporte público integrado, inversiones en infraestructura mayor para el transporte público (como líneas de Metro), obras de conectividad a lo largo de la ciudad, además de la política de Electromovilidad, parece ser la correcta.

Pese a esta buena noticia, nuevamente ninguna otra ciudad del país es considerada dentro de las metrópolis evaluadas, lo que se debe a la baja notoriedad y competitividad de las restantes capitales regionales. Esto debe ser leído como un llamado a avanzar en equidad territorial a través de inversiones que aseguren un mejoramiento de la movilidad urbana, priorizando la integración de los diferentes modos de transporte y promoviendo la movilidad sostenible.

Transporte Activo, Transporte Público, y Equidad, Resiliencia y Competitividad en la movilidad

Los desafíos que enfrentan nuestras ciudades son diversos y complejos, por lo que deben ser abordados con distintas políticas que en conjunto promuevan un mejor lugar para vivir. En este sentido, entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU destaca el de Ciudad y Comunidades Sostenibles, además del apartado de Industria, Innovación e Infraestructuras. En estos objetivos aparecen metas vinculadas a promover el transporte activo, el transporte público y la elaboración de infraestructura fiable y resiliente. Lo anterior, para apoyar el desarrollo humano y económico con especial foco en los grupos excluidos.

De esta forma, en este capítulo se pretende abordar la Movilidad Urbana a partir de 3 elementos fundamentales a la hora de mejorar la calidad de vida de las comunidades: el transporte activo, el transporte público y la competitividad, resiliencia y equidad en las infraestructuras.

El **Transporte activo** se basa en la capacidad que tenemos de desplazarnos empleando únicamente la energía de nuestro propio cuerpo, ya sea caminando, en bicicleta o en cualquier otro modo no motorizado. Por esta cualidad, esta forma de transportarse se ha presentado como una atractiva solución a los problemas de congestión, contaminación, salud pública, y costos de transporte a los que se enfrentan nuestras ciudades.

En este sentido, la movilidad activa se alza como la forma de trasladarse más eficiente al utilizar el espacio vial, ya que, al caminar una persona no emplea más de 1 metro cuadrado, mientras que en bicicleta usa cerca de 2 m². Esto difiere, por ejemplo, del automóvil que necesita 9 metros cuadrados del espacio. Este modo también es amigable con el medio ambiente, ya que permite ahorros significativos de contaminantes y ruido al compararlo con los otros modos disponibles. Esto se vuelve fundamental en la crisis climática en la que nos encontramos.

Respecto a la salud de las personas, más del 85% de los chilenos declara no realizar ninguna actividad física⁵, lo cual conlleva una serie de riesgos producto del sedentarismo. En este sentido, pequeños cambios hacia la movilidad activa podrían contribuir a fortalecer el sistema inmune, respiratorio y cardiovascular, además de mejorar el metabolismo y las articulaciones.

Con respecto a los costos, caminar y utilizar la bicicleta son los modos más accesibles para parte importante de la población excluida, ayudando a realizar sus actividades sin desembolsar grandes sumas de dinero.

Pese a lo anterior, no todos los viajes pueden completarse plenamente a través del Transporte Activo debido a las condiciones de los ciudadanos, la extensión de



⁵ Encuesta Nacional de Salud.

los viajes o las características topológicas de la ciudad. En este contexto, el **Transporte Público** surge como una alternativa que entrega a las personas un medio para acceder a las oportunidades que la ciudad entrega.

Entre los beneficios que expone el transporte público están ser un modo poco contaminante respecto a los viajes en auto, eficiente con el espacio vial, inclusivo, integrador y económico. Estas cualidades se vuelven significativamente relevantes en el contexto de malestar social al que nuestra generación se enfrenta. En este sentido, la promoción de políticas de transporte público que protejan el medioambiente, que descongestionen, que entreguen estándares de calidad a todos los ciudadanos y que promuevan el encuentro socialmente a través de una tarifa accesible se torna esencial.

Una solución atractiva para promover el transporte público y el transporte activo es el concepto de calles completas. Estas obras se definen como vías diseñadas para dar espacio seguro a todos los usuarios, independiente de su edad, habilidades o modos de transporte. En este sentido, esta reconfiguración de la vialidad permite redistribuir el espacio público, dando prioridad a los modos más eficientes, mejorar la seguridad vial y dinamizar el comercio local⁶.

En otro orden de cosas, el proceso de electrificación de los buses de diversos sistemas de transporte público en Chile contribuye decididamente a disminuir el ruido, además de reducir a cero las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta política debe ser acompañado con las obras necesarias, las que incluyen la infraestructura de carga y modificaciones a la red eléctrica. Avanzar velozmente en este proceso sentará las bases para la masificación de la electromovilidad en el transporte privado.

Finalmente, el último elemento que será analizado será la **Equidad, Resiliencia y Competitividad** de nuestras ciudades. Como ya se comentó, la desigualdad entre las infraestructuras de Santiago con respecto a las regiones es un problema que debe resolverse si se quiere avanzar hacia un trato justo entre los ciudadanos. Elementos como líneas de Metro, pistas solo bus, estaciones intermodales, pavimentación de vías, infraestructuras para la bicicleta o áreas peatonales deben priorizarse en las zonas que han sido excluidas de dichos avances.

A su vez, la crisis climática ha puesto de manifiesto la necesidad de que las infraestructuras sean resilientes, soportando eventos cada vez más extremos y recurrentes. Esto se traduce en marejadas, aludes, temporales, sequías, temperaturas extremas e incendios forestales, frente a los cuales nuestras ciudades deben estar preparadas. A lo anterior, se suman los desafíos habituales derivados de los terremotos, lo que en conjunto puede atentar contra la conectividad, el desarrollo y la prosperidad de las comunidades.

La ausencia de inversión en infraestructura en regiones y la vulnerabilidad a los eventos extremos ponen a gran parte de las metrópolis chilenas en una situación desfavorable a la hora de desarrollar actividades productivas. Por lo anterior, si se quiere avanzar en equidad territorial, se debe apostar por políticas públicas que promuevan la competitividad de las diferentes capitales regionales a través de facilidades para la movilidad de las personas y los bienes.

⁶ https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2019/09/Calles-Completas-experiencia-y-aplicabilidad-en-Chile_CEDEUS-2019.pdf

3

Situación actual y diagnóstico

Las ciudades de nuestro país son diversas en sus características sociales, económicas y productivas. Estas cualidades impactan en las actividades desarrolladas por las personas y, por tanto, en la movilidad urbana. Por lo anterior, estas diferencias deben ser atendidas a la hora de proponer políticas públicas en cada una de las ciudades, para así responder a las necesidades de las comunidades.

Las capitales regionales del norte tales como Arica, Iquique – Alto Hospicio, Antofagasta y Copiapó comparten ciertas características que son relevantes al momento de tomar decisiones de inversión. Las actividades en Arica e Iquique están altamente asociadas al turismo y a sus puertos. Por otra parte, las actividades y flujos vehiculares en Iquique, Antofagasta y Copiapó están íntimamente ligados a la actividad minera, donde en algunos casos la interacción de camiones y otros flujos vehiculares generan impactos importantes de abordar.

Adicionalmente a las particularidades de cada una, como la condición limítrofe con otros países, sus características geográficas, y la distribución interna de actividades y estructura de sus viajes, conducen a problemáticas que las distinguen unas de otras.

Luego se localizan algunas de las ciudades capitales con mayor número de habitantes del país. La conurbación Coquimbo – La Serena se alza como la ciudad más poblada del norte del país y la cuarta a nivel nacional con más de 500.000 habitantes. Esta metrópolis hoy se presenta como un polo económico, turístico, comercial y de servicios.

El Gran Valparaíso, conurbación que integra las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Villa Alemana y Quilpué, es la segunda metrópolis más poblada después del Gran Santiago, compartiendo este puesto con el Gran Concepción. Los viajes dentro de la conurbación se originan en comunas dormitorio como Quilpué y Villa Alemana, hacia otras con servicios y comercio, como Viña del Mar y Valparaíso. Otro elemento que caracteriza y genera un desafío a la planificación de transporte, es la geografía de la conurbación, con poblaciones localizadas en zonas altas y de difícil acceso, principalmente en Viña del Mar y Valparaíso, además de los retos que implica la presencia de uno de los principales puertos del país.

Rancagua, donde en los últimos años se ha consolidado la conurbación hacia el área rural de Machalí, presenta algunas problemáticas de transporte dadas justamente por la expansión urbana. Esta ciudad destaca a su vez por una amplia infraestructura ciclista, de la mano con un uso de la bicicleta bastante superior a otras ciudades.

Varias de las capitales regionales de la zona sur como Chillán, Temuco – Padre las Casas y Valdivia, basan gran parte de su productividad en la actividad forestal y, en segundo lugar, en la industria de alimentos. La presencia de ríos en Valdivia representa un elemento a tener en consideración a la hora de planificar la movilidad en la ciudad, en particular desde el punto de vista de la resiliencia. Lo anterior debido a que los puentes son un elemento particularmente vulnerable frente a los impactos del cambio climático (IPCC⁷ & Joint Research Centre⁸).

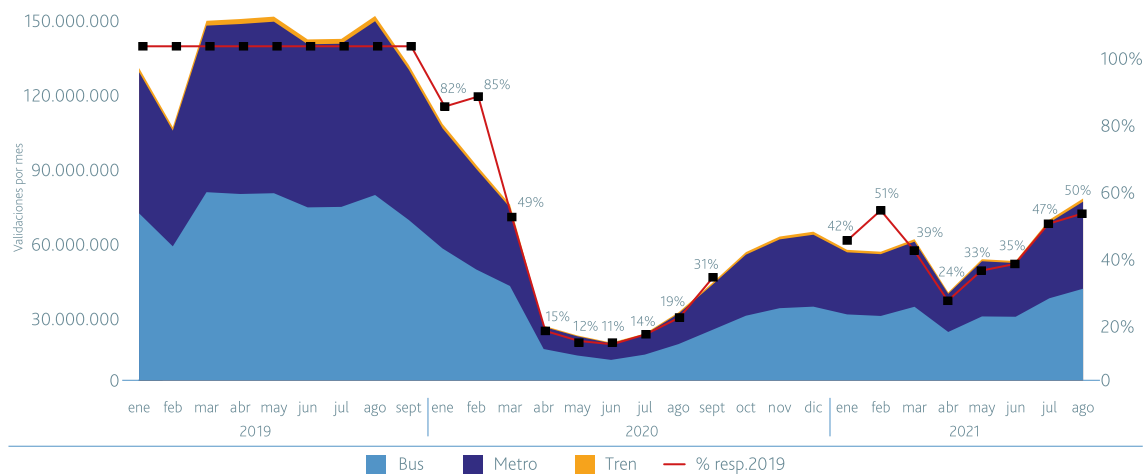
En la ciudad de Puerto Montt, que por su ubicación es la puerta de entrada del archipiélago de Chiloé y la Patagonia chilena, destaca la extensión urbana hacia

⁷ IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

⁸ "Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures" (JRC)

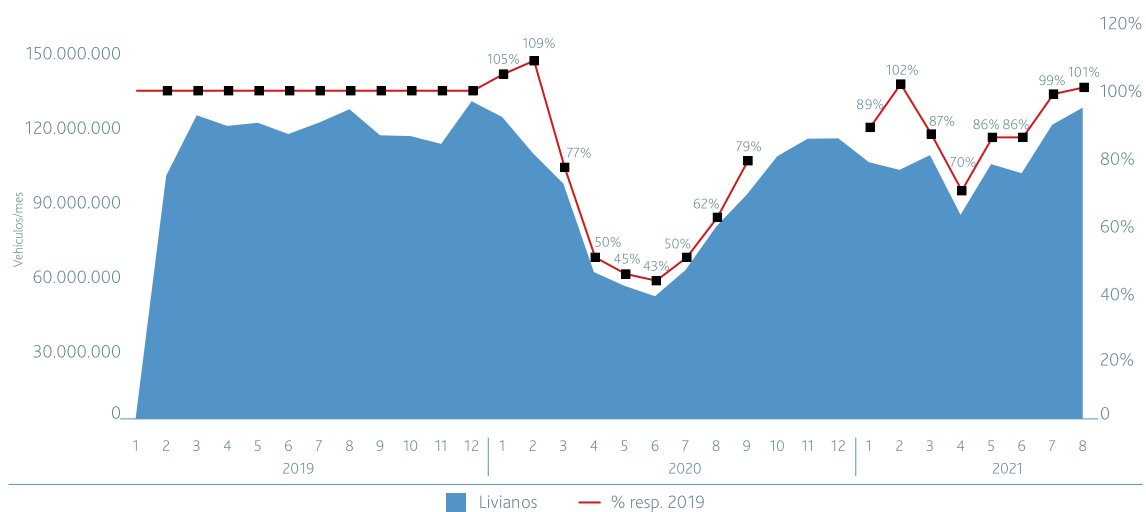


Figura 5.1: Pasajeros transportados en buses, metro y tren. Santiago de Chile 2020-21 versus 2019



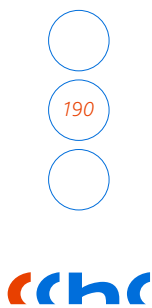
Nota: Tasas corresponden al porcentaje mes a mes respecto de tráficos de 2019. Se han eliminado de la gráfica los datos correspondientes a estallido social (octubre a diciembre 2019). Fuente: DTPM, 2021

Figura 5.2: Tráfico en 6 autopistas urbanas¹². Santiago de Chile 2020-21 versus 2019



Nota: Tasas corresponden al porcentaje mes a mes respecto de tráficos de 2019. Se han eliminado de la gráfica los datos correspondientes a estallido social (octubre a diciembre 2019). Fuente: MOP concesiones

¹² Las 6 autopistas consideradas son: Acceso Vial Aeropuerto, Concesión Internacional Sistema Oriente Poniente Costanera Norte, Concesión Variante Vespucio - El Salto - Kennedy (Túnel San Cristobal), Sistema Américo Vespucio Norponiente, Av. El Salto - Ruta 78, Sistema Américo Vespucio Sur. Ruta 78 - Av. Grecia y Sistema Norte-Sur.



En este escenario de creciente saturación vial, los buses en superficie son los primeros afectados, disminuyendo la velocidad de circulación, reduciendo la frecuencia ofrecida y acrecentando los tiempos de viaje y espera. Este empeoramiento en la calidad del servicio puede generar nuevas pérdidas para el sistema si no se toman las medidas necesarias. A su vez, el fenómeno descrito solo agrava el resto de las crisis a las que nos enfrentamos como país: el cambio climático y el malestar social.

Dado este complejo escenario, las autoridades de todas las ciudades deben promover políticas que hagan el transporte público más atractivo y seguro. Así, la priorización de nuevas líneas de metro, teleféricos o tranvías, la creación de más vías preferentes para los buses en superficie y la instauración de puntos para la intermodalidad con la bicicleta deben ser medidas urgentes para las distintas ciudades del país¹³. Solo a través de políticas que promuevan formas de movilización incluyentes, accesibles, compatibles con el medio ambiente y equitativas será posible lograr ciudades más sustentables.

Transporte Público

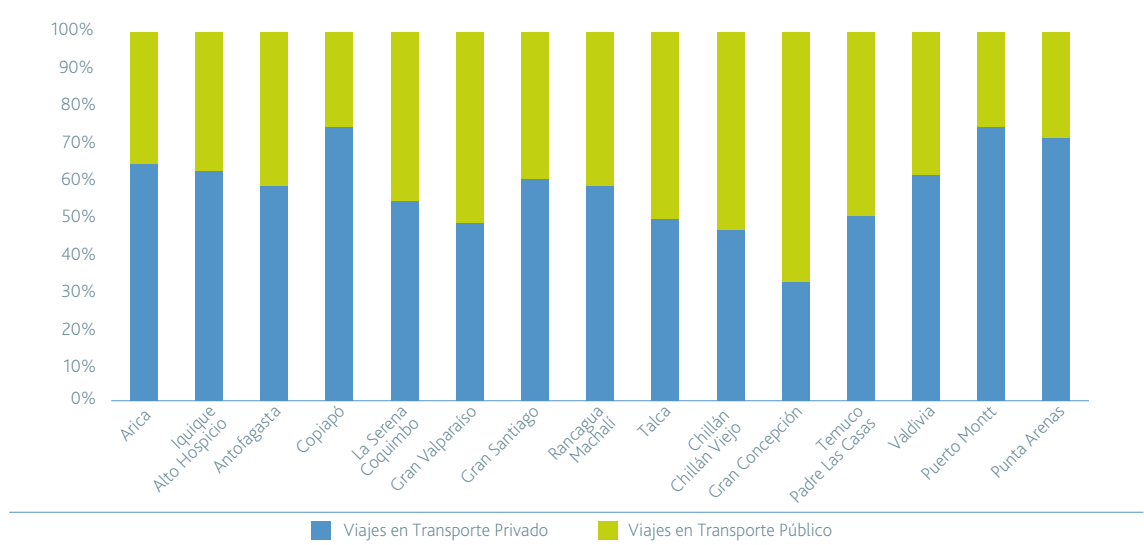
A medida que aumenta la proporción de viajes en modos sostenibles (como la bicicleta o el transporte colectivo), más saludable se considera la partición modal, ya que se paga, contamina y congestiona menos por un viaje promedio. Por otro lado, si una porción muy relevante de los viajes se realiza en transporte privado, puede que sea necesario realizar políticas para modificar algunos de ellos.

En nuestro país, la partición modal de viajes motorizados muestra al Gran Concepción con un mayor uso del transporte público que el resto de las capitales regionales. Esto se ve reflejado en que cerca del 70% de los viajes motorizados se realizan usando taxi colectivo, bus o Biotren. Esto es consistente con los niveles de infraestructura de priorización de transporte público por habitante con los que cuenta esta capital regional. Lo anterior muestra que a través de la infraestructura es posible impulsar formas de transportarse más sostenibles.

En el otro extremo, la ciudad en la que más se emplea el transporte privado es Copiapó, seguida muy de cerca por Puerto Montt. En ambas localidades no existen infraestructuras que prioricen el transporte colectivo y el nivel de servicio dista del razonable según el diagnóstico de diferentes estudios. A lo anterior, en Copiapó se suma cierta discontinuidad en la red vial, lo cual hace más complejo el tránsito correcto de buses.

¹³ En el Anexo 2 se incluye un resumen de algunas características de las ciudades y conurbaciones analizadas.

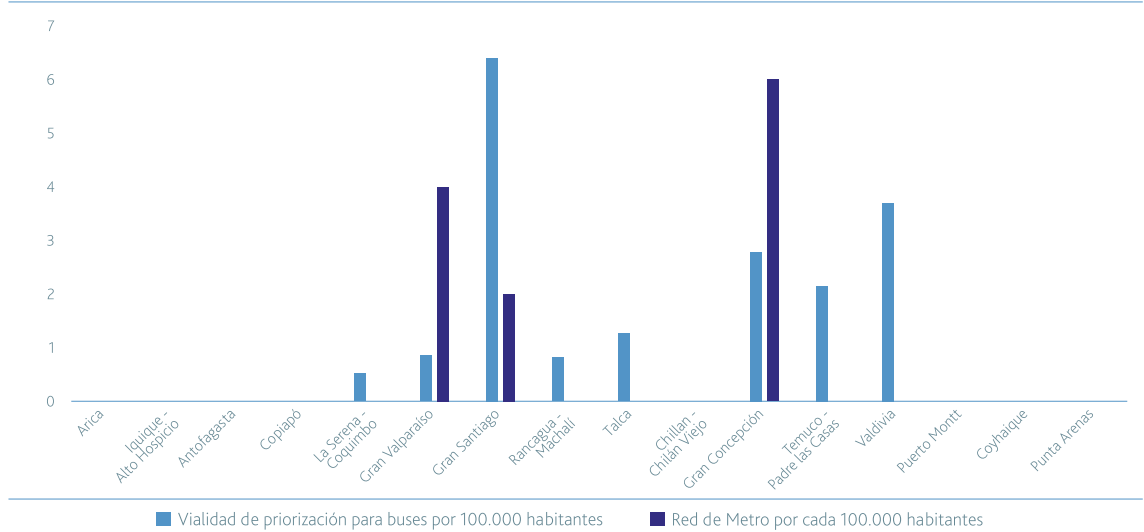
Figura 5.3: Partición modal de viajes motorizados



Fuente: Sectra, 2020

Valparaíso por su parte cuenta con la red del Metro de Valparaíso (Merval). Esta obra conecta Limache con el puerto en menos de 1 hora. Sin embargo, esta capital regional posee solo 9 kilómetros de vías exclusivas para el tránsito de buses. De hecho, pese a ser ciudades que albergan similar número de habitantes, el Gran Valparaíso cuenta con cerca de la mitad de los kilómetros de infraestructura para el transporte colectivo que los construidos en el Gran Concepción. Esta escasez de facilidades ha contribuido en el deterioro de la calidad del transporte colectivo del Gran Valparaíso, pasando de una partición modal motorizada del 72% en el año 1998 a un 50% en el 2014. Por lo anterior, se torna fundamental la oferta de alternativas de calidad, como la ampliación de la red de metro (metro Placilla-Valparaíso y Reñaca Alto) y los teleféricos en zonas altas de Valparaíso y Viña del Mar.

Figura 5.4: Red de infraestructura para el Transporte Público por cada 100.000 habitantes (km)



Fuente: Secretaría de Transporte, Merval, MTT, Biotren, Metro de Santiago y Municipalidades, 2021



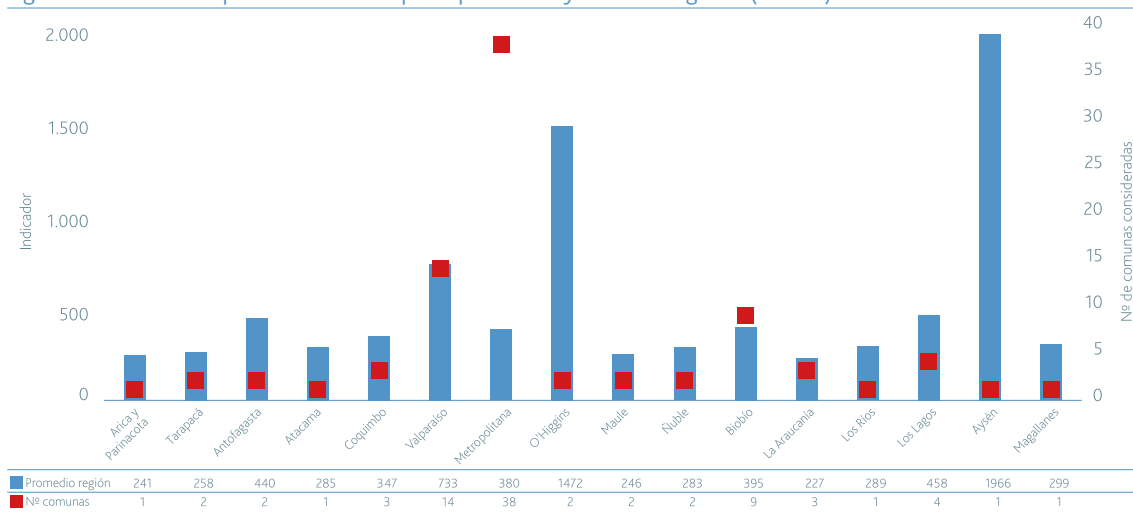
192



Otra ciudad que requiere ser analizada en detalle es Antofagasta. La capital de la región homónima cuenta con más de 430.000 habitantes y no posee ninguna obra significativa para mejorar el nivel de servicio del transporte colectivo. Esta ausencia de facilidades ha devenido en un uso del transporte privado que ronda el 60% de los viajes. Por lo anterior, resulta urgente acelerar la realización de infraestructuras para el transporte público en la ciudad, como el corredor paralelo a la vía férrea y la pista solo bus por el eje Av. Héroes de la Concepción – Oscar Bonilla – Carlos Oviedo Cavada.

Adicionalmente, otro elemento fundamental para incentivar los viajes en transporte público es la distancia al paradero más cercano. Los datos de este indicador exponen desafíos pendientes en la Región de Aysén, O'Higgins y Valparaíso. Todas ellas con una distancia promedio superior a los 700 metros, valores muy por sobre un estándar accesible¹⁴. Otras regiones con medias elevadas son Antofagasta y Los Lagos, con más de 400 metros de distancia promedio al paradero más cercano. Esto exhibe la necesidad de invertir en paraderos asequibles, seguros y de buen estándar para acercar a los ciudadanos al transporte colectivo.

Figura 5.5: Distancia a paraderos de transporte público mayor a nivel regional (metros)



Fuente: Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano INE, 2018

A su vez, el Estado ha comenzado un proceso de adopción de buses eléctricos en distintas ciudades del país. Lo anterior, con el objetivo de mejorar la calidad del servicio y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta adquisición de e-buses significará la llegada durante el año 2022 de cerca de 1.000 e-buses al Gran Santiago, 170 a Arica, 100 a Copiapó, 40 a Antofagasta, 35 al Gran Valparaíso, 20 a Rancagua – Machalí, 11 a Talca, 11 a Puerto Montt, y 10 a Temuco – Padre Las Casas¹⁵, lo que ubica a Chile en la vanguardia mundial respecto a la electrificación de sistemas de transporte masivos. Esta política de cambio tecnológico continuará su marcha durante los próximos años, hasta lograr que para el 2040 todos los buses de transporte público urbano sean eléctricos¹⁶.

Para realizar adecuadamente esta transformación, se requerirán inversiones relevantes en infraestructura de soporte. Esto cobra mayor importancia al considerar los terminales, los que tendrán que modernizarse para cumplir adecuadamente con las necesidades de las nuevas flotas. La construcción de estos electro-terminales deberá tener en cuenta el espacio y la capacidad eléctrica para los nuevos cargadores, además de la reformulación de los patios de mantenimiento y zonas de circulación para acompañar el cambio tecnológico.

¹⁴ Fuente de la declaración de la Ministra del MTT, septiembre 2018.

¹⁵ Cada licitación tiene niveles de avance distintos, desde concursos públicos realizados hasta bases a la espera de aprobación de Contraloría de la República.

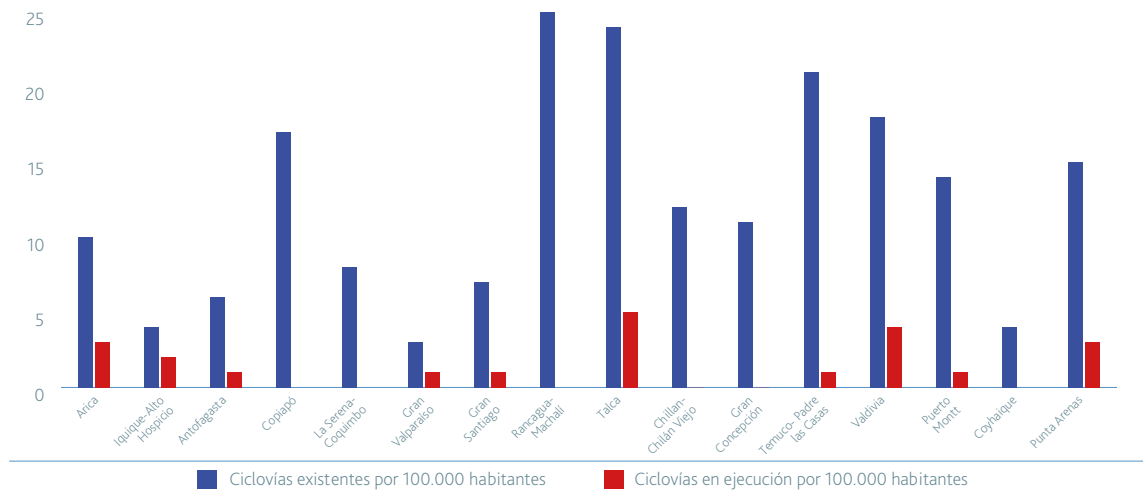
¹⁶ Compromisos medioambientales de Chile (NDC).

Transporte Activo

Con respecto al transporte activo, nuevamente se ven grandes diferencias en el nivel de desarrollo de las infraestructuras entre las capitales regionales. Dentro de las ciudades con redes de ciclovías más avanzadas están Rancagua - Machalí y Talca. Estas dos localidades poseen cerca de 25 kilómetros de ciclovías por 100.000 habitantes, desplegando redes densas, conectadas y directas para sus habitantes. Esta oferta ha permitido que para el año 2018, las regiones de O'Higgins (Rancagua – Machalí) y del Maule (Talca) sobresalgan como las con mayor uso de la bicicleta como el medio de transporte habitual.

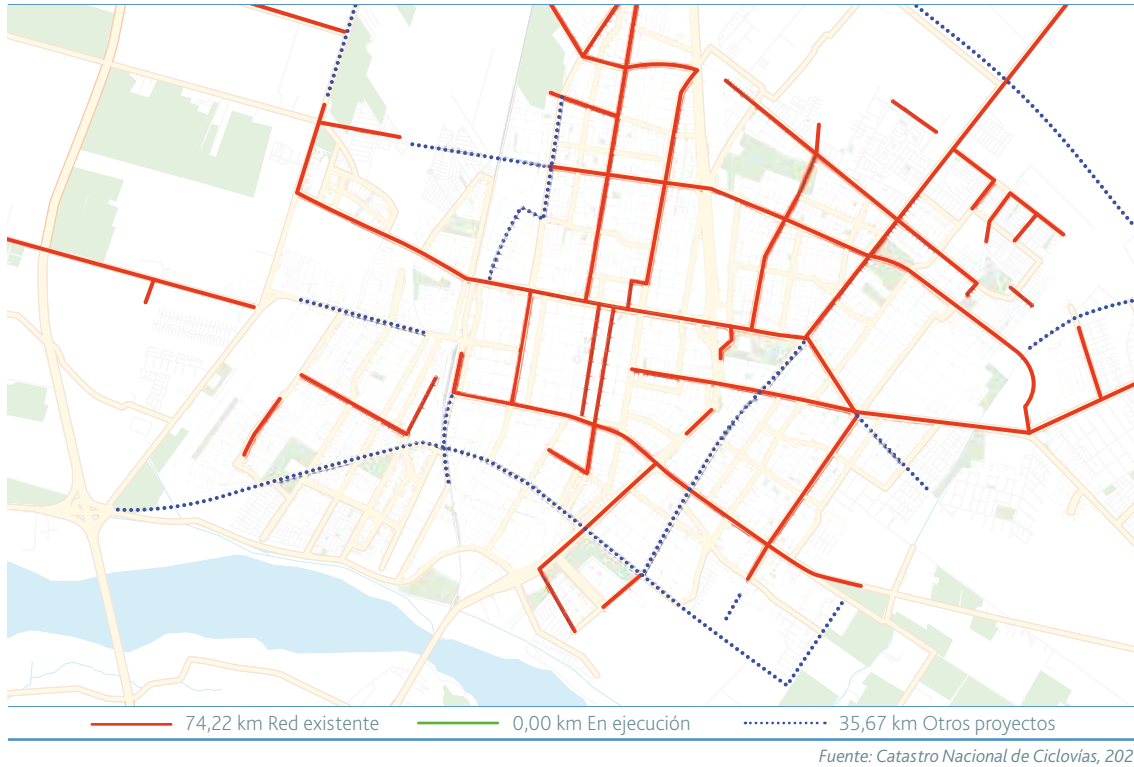
Lo anterior muestra que la elaboración de redes de ciclo-facilidades de buen estándar y disponibles entre los principales pares orígenes - destino entregan una alternativa de movilidad deseable para ciudadanos, oportunidad que debe ser aprovechada por la autoridad.

Figura 5.6: Ciclovías existentes y en ejecución por 100.000 habitantes (km)



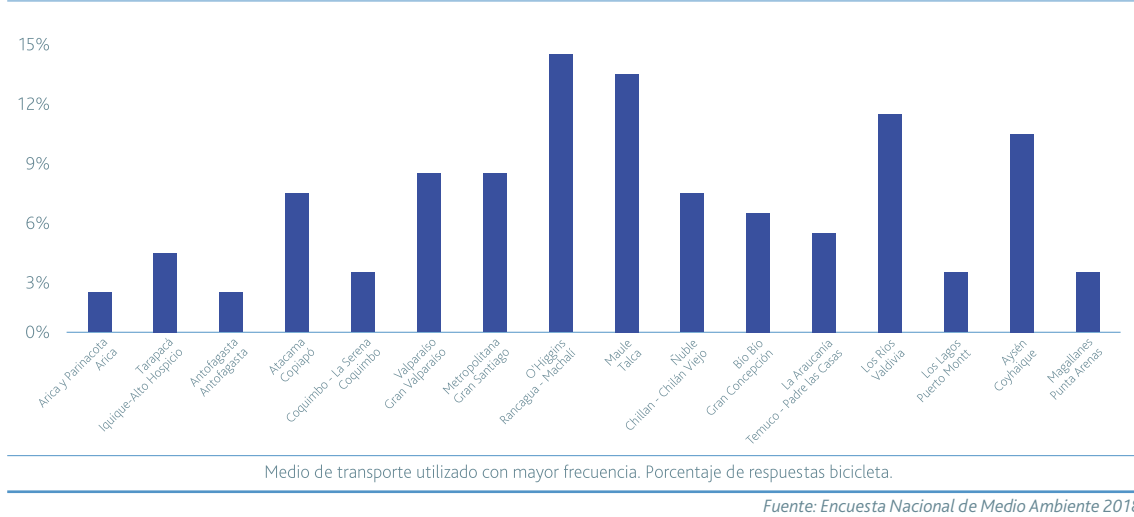
Fuente: Catastro Nacional de Ciclovías en Chile, Secretaría de Transporte, 2021

Figura 5.7: Red de Ciclovías de la comuna de Rancagua



En el otro extremo aparecen experiencias menos exitosas como Arica, Iquique – Alto Hospicio, Antofagasta o La Serena - Coquimbo, todas localidades con bajo uso de la bicicleta para el año 2018, y una insuficiente red de ciclo - rutas.

Figura 5.8: Uso de bicicleta por región (Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018)



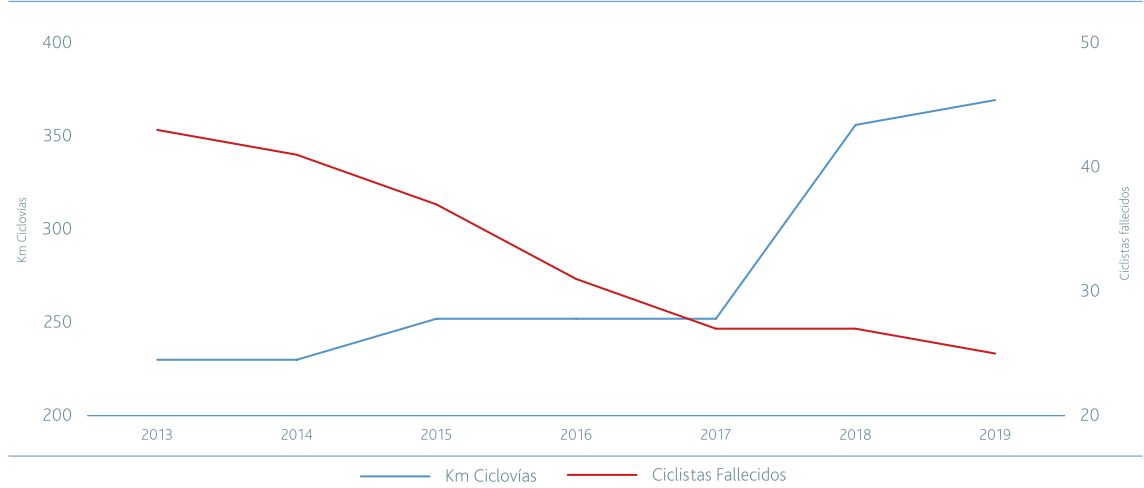
Adicionalmente, recientes estudios han indicado que el uso de la bicicleta ha aumentado significativamente como consecuencia de la pandemia del COVID-19¹⁷. Esto permite concluir que los datos de uso de la bicicleta expuestos son menores a los experimentados hoy en las calles.

Con respecto a las principales barreras para el uso de la bicicleta como medio de transporte, en Chile se destacan la distancia y la falta de seguridad¹⁸. Estos elementos pueden ser abordados a través de la infraestructura, transformándose en un componente mejorable a partir de una correcta planificación e implementación de nuevos proyectos.

En particular, estudios han destacado que el uso de la bicicleta está fuertemente relacionado con la infraestructura ciclo-inclusiva disponible, siendo las ciudades de Talca y Rancagua – Machalí ejemplos de esto. Sin embargo, la infraestructura disponible no genera retroalimentación positiva únicamente con el uso de la bicicleta sino también con la disminución en el riesgo de accidentes. A su vez, el aumento en el número de ciclistas en ruta contribuye positivamente a minimizar los riesgos de siniestros viales. Lo anterior, permite construir un círculo virtuoso para el uso de la bicicleta a partir de infraestructura especializada¹⁹.

Esto queda reflejado a nivel nacional al observar el crecimiento histórico de la Región Metropolitana, donde el uso de la bicicleta aumentó desde un 3,9% en el año 2012 hasta un 8% el 2018. De esta forma, al acompañar este incremento de uso con un aumento en los kilómetros de ciclovías disponibles, se logró disminuir el número de ciclistas fallecidos durante esta ventana de tiempo.

Figura 5.9: Evolución ciclistas fallecidos y ciclovías Gran Santiago



Fuente: Carabineros de Chile – Conaset – MTT – Minvu – CNDU

Pese al progreso en el uso de la bicicleta como modo de transporte, aún falta por avanzar para acercar las ciudades chilenas a los mejores estándares internacionales. Esto queda de manifiesto al notar que ninguna ciudad chilena destaca en el ranking de ciudades ciclo-amigables *Copenhagenize Index*. Este indicador examina la infraestructura ciclo-inclusiva, la cultura e imagen de la bicicleta, la partición modal, la seguridad, las políticas gubernamentales, entre otros elementos relevantes para el uso de este medio. En la versión 2019 de este ranking, entre las 20 ciudades destacadas no aparece ninguna ciudad chilena, mientras sí asoman capitales de países de ingresos similares a Chile, como Bogotá (Colombia) y Ljubljana (Eslovenia).

¹⁷ Encuesta Asociación Chilena de Seguridad, 2021.

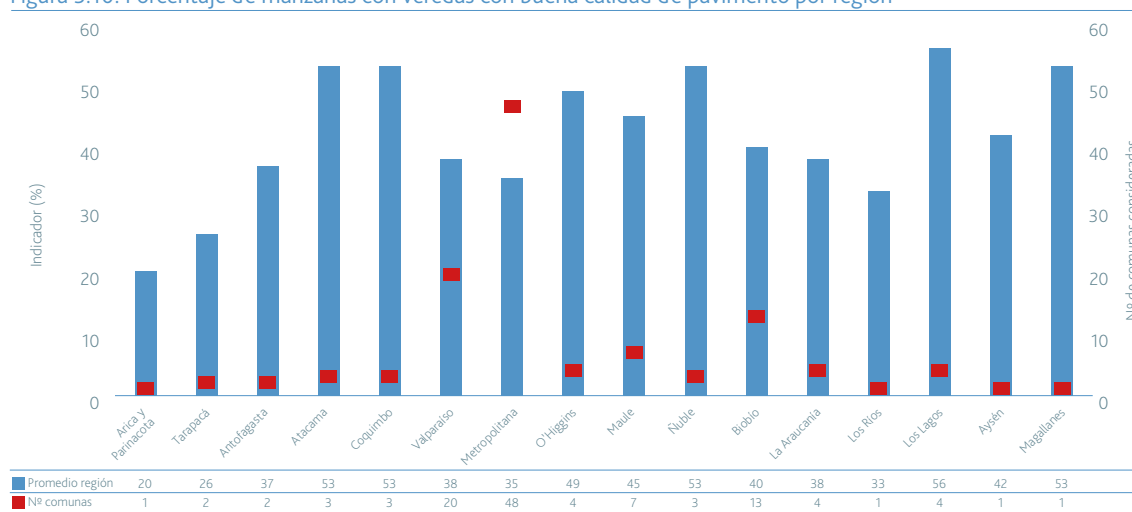
¹⁸ Incentivo al uso de la bicicleta en Chile y en la experiencia comparada, Claudia Cuevas Saavedra, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

¹⁹ Fuente: The Dutch Road to a high level of cycling safety (Schepers et al., 2017)

La caminata por su parte también se levanta como una alternativa gratuita, sin emisiones y eficiente en traslados de corta distancia. Para incentivar estos beneficiosos viajes es fundamental el estado de las veredas, las cuales deben permitir el desplazamiento de adultos mayores, personas en situación de discapacidad, embarazadas y niños. De esta forma, si la infraestructura es amigable con estos grupos, logrará ser universal para cualquier usuario. En el caso contrario, si no se mantienen adecuadamente las obras o simplemente no existen, las áreas que debían permitir la caminata se alzarán como una barrera frente al peatón.

En Chile, el estado de las sendas no es el deseable. Esto se expone al notar que ninguna región del país posee más del 60% de sus veredas en buen estado de pavimentación. Entre las regiones con resultados regulares están Atacama, Coquimbo, Ñuble, Los Lagos y Magallanes con un indicador entre el 60% y el 50%. Estas regiones, pese a liderar los resultados a nivel nacional, exponen un margen de mejora relevante.

Figura 5.10: Porcentaje de manzanas con veredas con buena calidad de pavimento por región



Fuente: Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano INE, 2018

En el otro extremo están las 2 regiones más nortinas del país: Arica y Parinacota y Tarapacá, ambas con menos del 30% de sus veredas en un estado deseable. Estos datos exponen la urgencia de inversiones decididas en pavimentación de veredas, para así fomentar la caminata en nuestras ciudades.

Equidad, Resiliencia y Competitividad en la movilidad

La infraestructura disponible es un elemento esencial en la equidad, resiliencia y competitividad de nuestras ciudades. La posibilidad de que las personas cuenten con accesibilidad a las diversas oportunidades que brindan nuestras capitales es una forma de avanzar en justicia social.



La equidad en la movilidad se debe abordar desde distintas perspectivas, varias de ellas ya discutidas previamente en las secciones de Transporte Público y Transporte Activo. En particular, brindar alternativas de movilidad de bajo costo, que no contaminen y que no generen barreras para ningún ciudadano es un imperativo del que debe hacerse cargo la autoridad. Esto se torna relevante a la hora de pensar la ubicación de los paraderos, mantener las veredas o tomar decisiones sobre construir o no ciclo-facilidades. En este sentido, las políticas de inversión deberán tener especial atención en los grupos de mayor cuidado, como los adultos mayores, niños, mujeres, personas con movilidad reducida y ciudadanos de bajos ingresos.

La resiliencia por su parte es un concepto asociado a la capacidad que tiene una infraestructura de absorber, anticiparse, adaptarse, recuperarse y superar situaciones adversas²⁰. En particular, respecto a las ciudades, la resiliencia se está analizando cada vez con mayor atención en vista de que se espera que los desastres naturales sean cada vez más frecuentes producto del Cambio Climático.

Una forma de abordar la resiliencia en la movilidad de nuestras ciudades es la accesibilidad. Este enfoque plantea que, perfeccionando el acceso de las personas a los distintos modos de transporte, las ciudades podrán tener mejores respuestas frente a situaciones adversas. En esta misma línea se ha planteado la necesidad de construir ciudades más caminables, con el fin de reducir la dependencia que puedan tener las urbes a los largos desplazamientos a través de la infraestructura disponible. Esto requiere definir políticas de localización de viviendas y comercios, a la par de desarrollar obras que fomenten los traslados a pie sin descuidar el resto de los modos. De esta forma, la ya mencionada política de calles completas surge como una alternativa atractiva, que también brinda seguridad, oportunidades comerciales y un espacio equilibrado a todos los usuarios.

Otro de los caminos para aumentar la resiliencia de las ciudades es dotar de infraestructura redundante o con mayor capacidad de resistir eventos adversos. Lo anterior, enfocado principalmente en los puntos críticos de las localidades (puentes, túneles y vías prioritarias de transporte de carga). En este sentido destaca la importante de invertir en puentes para asegurar la conectividad en ciudades como el Gran Concepción y Valdivia.

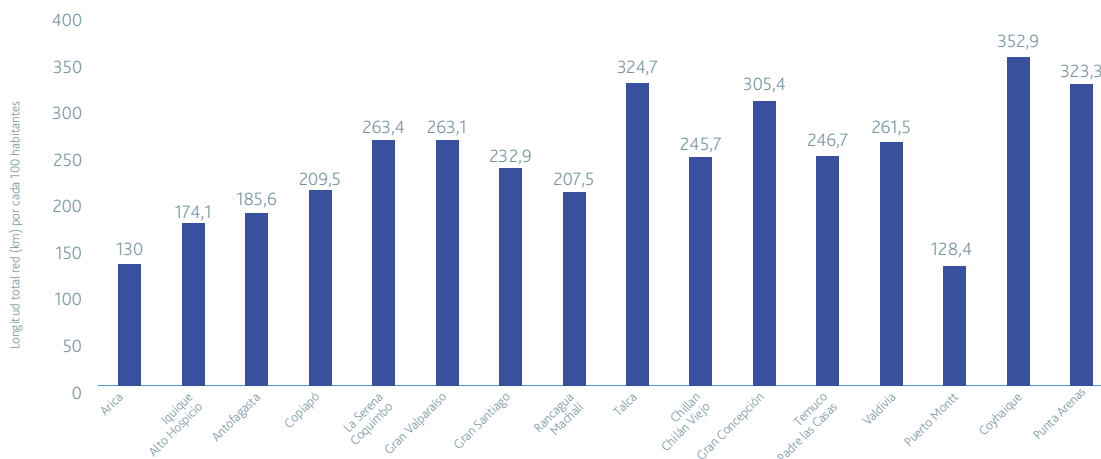
Cabe señalar que las metodologías de evaluación social de proyectos actuales no consideran la resiliencia. El documento *"Diez Recomendaciones al Sistema de Evaluación Social de Proyectos de Chile"*²¹ menciona algunos análisis respecto de cómo hacerlo. Entre las alternativas se recomienda considerar en los proyectos los beneficios asociados a la resiliencia a través de la valorización de los posibles riesgos. Además, se aconseja incluir aquellos beneficios derivados de la relación positiva entre la inversión en infraestructura vial y el desarrollo económico de las regiones.

Respecto a la competitividad de las capitales regionales, la infraestructura cumple un rol fundamental en permitir e incentivar que las actividades productivas ocurran de manera eficiente. Para esto, las redes viales son esenciales, ya que la cantidad y calidad de ellas impactarán en el quehacer económico y social. Para evaluar esto, se ha obtenido información de la oferta vial de las capitales regionales de Chile, comparándola respecto a su número de habitantes.

²⁰ Buckle, I.G. y Werner, S.D. (2003). Quantifying the seismic resilience of highway networks using a loss-estimation tool. 29th US - Japan Bridge Engineering Workshop. Japón, Noviembre de 2013

²¹ De Solminihac, H., Azúa, G. y Acuña, J. (2020). Diez Recomendaciones al Sistema de Evaluación Social de Proyectos de Chile

Figura 5.11: Indicador km de red vial por cada 100 mil habitantes



Fuente: Elaboración propia en base a Secretaría de Transporte, 2010 – 2015.

Destaca el caso de Puerto Montt con el indicador más bajo de oferta vial por habitante. Esto se retroalimenta negativamente con el alto uso del transporte privado en la ciudad, generando una importante situación de congestión vial. En el otro extremo destacan las ciudades de Talca, Punta Arenas y Coyhaique con la mayor vialidad por persona.

Situación de la movilidad post-pandemia

Como se reportó anteriormente, la pandemia ha tenido impactos sobre la movilidad. Los modos de transporte público masivos han visto fuertemente mermada su demanda, la que aún se encuentra por debajo de lo experimentado antes de los confinamientos. Los viajes en auto, en cambio, ya están en niveles iguales o mayores a los observados previo al inicio de la pandemia, recuperando la baja durante las restricciones de la movilidad. Sin embargo, la situación está en permanente cambio, impidiendo tener certezas de cuál será el efecto permanente de la pandemia en la elección modal urbana.

Finalmente, respecto al transporte de carga, si bien se podría haber esperado un efecto negativo debido al impacto económico que generó la pandemia, los flujos se incrementaron por los cambios en los patrones de consumos de las personas. Uno de los factores que explica esto es la penetración del comercio electrónico durante el confinamiento, el que pasó de un 7% del total de comercio en 2019 hasta un 20% durante el año 2020²². Este cambio podría mantenerse en el tiempo e incluso podría seguir creciendo posterior a la pandemia, lo que se debe considerar en los requerimientos de planificación e infraestructura de carga y logística.

²² Cámara Nacional de Comercio (CNC).

4

Estimación de requerimientos de inversión 2022 – 2031

El enfoque para estimar los requerimientos de inversión está basado, tal como en los informes ICD anteriores, en dos componentes principales: los proyectos de los Planes Maestros de Transporte Urbano y las obras de conservación de las infraestructuras. En primer lugar, se emplea la inversión requerida para llevar a cabo la cartera de proyectos de las ciudades de acuerdo con los planes de cada una y los avances visualizados a la fecha. En segundo lugar, se usa la inversión requerida para la conservación y mantención de calles y aceras existentes. Existe una tercera componente respecto de la inversión requerida por otra vialidad que se encuentran con capacidad insuficiente o niveles de servicio bajos, que requerirían mejoramientos, pero estos no se encuentran contemplados en los planes oficiales de las ciudades y su probabilidad de ejecución se considera baja.

Requerimiento de inversión en cartera de proyectos de cada ciudad

En esta primera sección se analizan los requerimientos de inversión de acuerdo con los Planes Maestros de Transporte Urbano construidos en cada una de las capitales regionales. La Secretaría de Planificación del Ministerio de Transportes (SECTRA) lleva a cabo periódicamente la construcción y actualización de los Planes Maestros de Transporte en las grandes ciudades de Chile y aquellas de tamaño medio:



“Estos planes involucran inversiones de cierta magnitud, orientadas al desarrollo de los Sistemas de Transporte Urbano, en concordancia con el desarrollo urbano previsto para las ciudades, como son las inversiones en infraestructura vial, en el mejoramiento del transporte público, o en sistemas automáticos de control de tránsito. Estos Planes están conformados por un conjunto de iniciativas que responden a las necesidades de movilidad, actuales y futuras, de los habitantes de la ciudad a partir de una visión integral de su sistema de transporte en concordancia con el desarrollo urbano previsto para ella.” (Secretaría de Transporte, 2022)²³.

²³ http://www.sectra.gob.cl/planes_transporte_urbano/definicion.htm

La metodología aplicada para estimar los requerimientos de inversión asociados a los Planes de Transporte de cada ciudad tuvo como primer paso la revisión de la documentación más actualizada de Sectra y la obtención de la cartera de proyectos que conforma los planes de cada capital regional. De los mismos estudios se obtuvieron las inversiones asociadas a cada proyecto.

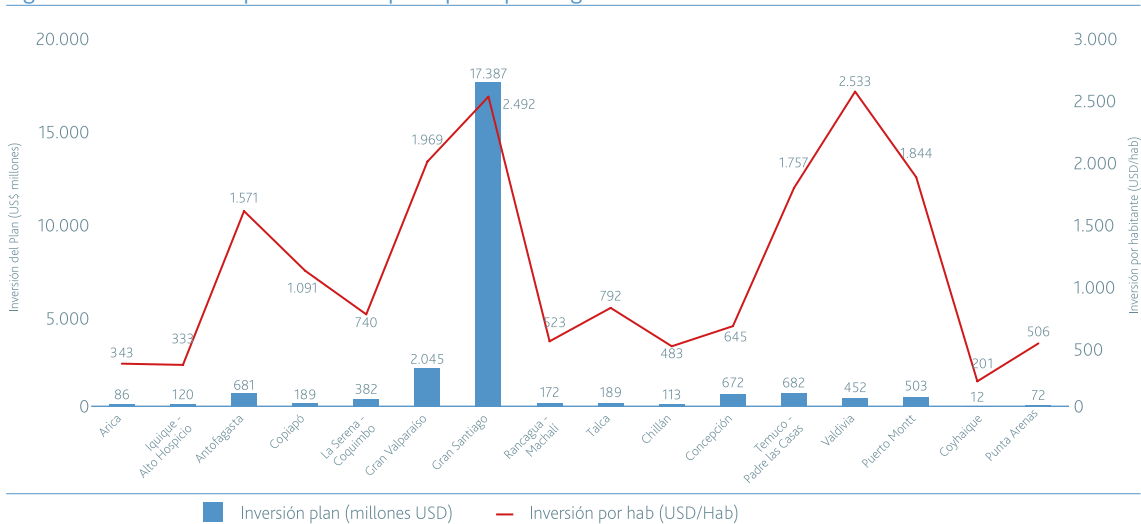
Considerando las 16 capitales regionales los planes totalizan una inversión de US\$ 23.758 millones. A continuación, se presentan las inversiones asociadas al plan de cada capital regional. También se han calculado las inversiones estimadas en relación con los habitantes de cada ciudad, observándose alta variabilidad entre ellas. Cabe destacar que los planes tienen distinta antigüedad dependiendo de la capital regional, habiendo sido todos construidos en el período 2006 a 2018.

Tabla 5.4: Inversiones de los planes por capital regional (millones de US\$)

Capital regional	Inversión plan (millones US\$)
Arica	86,1
Iquique - Alto Hospicio	120,4
Antofagasta	681,2
Copiapó	189
La Serena - Coquimbo	382,1
Gran Valparaíso	2.045,2
Gran Santiago	17.387,4
Rancagua - Machalí	172,1
Talca	188,9
Chillán	113,2
Concepción	671,8
Temuco - Padre las Casas	681,7
Valdivia	451,5
Puerto Montt	502,6
Coyhaique	12,3
Punta Arenas	72,5
Total	23.757,8

Fuente: Elaboración propia en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano, Sectra 2006 - 2018

Figura 5.12: Inversión de planes de transporte por capital regional



Fuente: Steer en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano, Sectra 2006 - 2018

Los planes están conformados por: (i) proyectos de infraestructura vial, que incluyen mejoramientos menores y otros proyectos de mayor envergadura como autopistas urbanas, (ii) proyectos de transporte público como líneas de metro y corredores, (iii) proyectos de acceso a puertos y (iv) proyectos para modos activos como ciclovías y peatonalización.

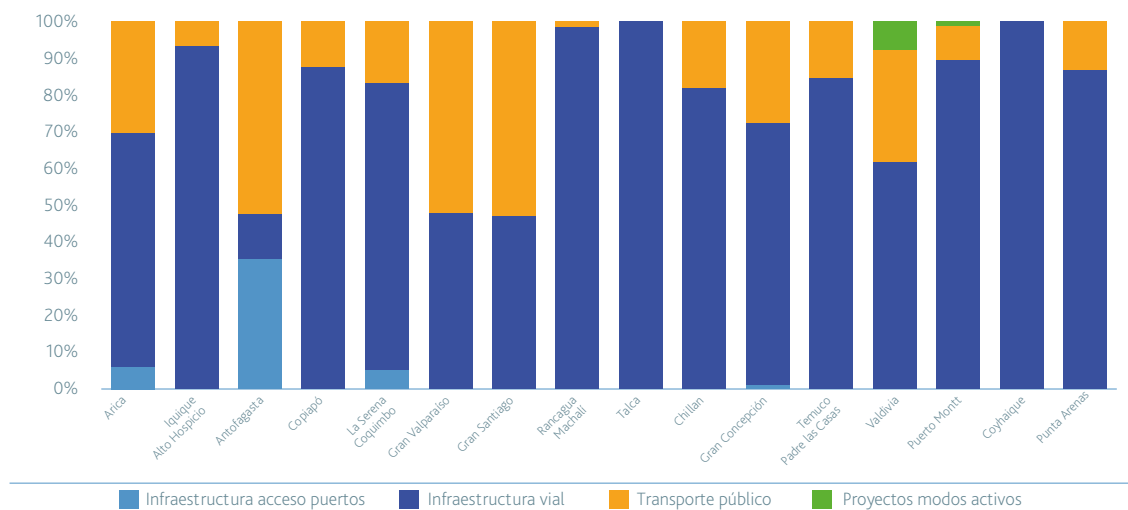
En la tabla se presentan las inversiones definidas en los planes de transporte de cada ciudad, distribuidas en estas categorías.

Tabla 5.5: Inversiones de planes maestros por ciudad y categoría de proyecto

	Infraestructura acceso puertos	Infraestructura vial	Transporte público	Proyectos modos activos	Total
Arica	5,1	54,8	26,3	-	86,1
Iquique - Alto Hospicio	-	112,6	7,9	-	120,4
Antofagasta	241	82,3	358	-	681,2
Copiapó	-	165,5	23,4	-	189
La Serena - Coquimbo	19,8	297,9	64,4	-	382,1
Gran Valparaíso	-	981,4	1.063,8	-	2.045,2
Gran Santiago	-	8.168	9.201,7	17,6	17.387,4
Rancagua - Machalí	-	169,6	2,5	-	172,1
Talca	-	188,9	-	-	188,9
Chillán	-	92,5	20,7	-	113,2
Concepción	6,8	478,7	186,2	-	671,8
Temuco - Padre las Casas	-	576,1	105,6	-	681,7
Valdivia	-	278,9	136,7	36	451,5
Puerto Montt	-	449,4	46,3	6,9	502,6
Coyhaique	-	12,3	-	-	12,3
Punta Arenas	-	62,8	9,7	-	72,5
Total	272,7	12.171,6	11.253,1	60,5	23.757,8

Fuente: Steer en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano, Sectra 2006 – 2018

Figura 5.13: Distribución de inversiones de planes maestros, por ciudad y categoría de proyecto



Fuente: Steer en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano, Sectra 2006 – 2018

Salvo por las ciudades de Talca y Coyhaique en todas se incluyen proyectos de transporte público, en su mayoría corredores. En los planes se identifican proyectos relevantes como mejoramientos de acceso al puerto, en las ciudades de Arica, Antofagasta y Concepción. Ampliación de la red de metro en Santiago, incluyendo extensiones de Líneas 2, 3 y 4 y nuevas líneas 7, 8 y 9 además del teleférico Bicentenario. En el caso del Gran Valparaíso el plan incluye dos nuevas líneas de metro en el Gran Valparaíso, una en el sector de Reñaca Alto y otra que une Curauma con el centro de la comuna de Valparaíso. Adicionalmente se incluyen tres proyectos de teleférico en los sectores altos de Valparaíso y Viña.

Los planes incluyen también proyectos de autopistas urbanas. En el Gran Santiago se encuentran en el plan proyectos como el Orbital Sur que en su versión inicial conecta el Acceso Sur con Ruta 78. También se incluye la Ruta G-21 hacia el sector de Farellones y la modificación de Autopista Central que incluye el túnel Lo Ruiz Túnel bajo Cerro Lo Ruiz entre General Velásquez y Américo Vespucio Norte, en la comuna de Renca.

En el Gran Valparaíso el plan incluye la Expresa Norte que conecta las comunas de Quilpué y Villa Alemana con Concón, y la ruta Orbital que une Curauma con Concón.

En base a los planes se ha estimado la inversión requerida en el corto y mediano plazo tomando en consideración los avances de los distintos proyectos que conforman las carteras programadas. Es así como se revisó la base de datos del Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y de Familia identificándose para cada ciudad aquellos proyectos del plan que han tenido algún avance dentro de su ciclo de inversión.

Para los proyectos que ingresan al proceso de financiamiento, el Banco Integrado de Proyectos cuenta con información de inversión estimada, presupuestos solicitados y señala la etapa de inversión en la que se encuentran pudiendo ser éstas: Diseño, Prefactibilidad, Factibilidad y Ejecución.

Se supuso que aquellos proyectos del plan que se encuentran en fase de Factibilidad o Ejecución requerirían la inversión en el corto plazo (2022 a 2026). Para los proyectos que no se encontraron en fases avanzadas de su ciclo de inversión, se supuso que en el corto plazo requerirán un 20% del presupuesto asociado al proyecto. El resto de la inversión se considera requerido en el mediano plazo (entre 2026 y 2031).

Adicionalmente se revisó para cada proyecto las inversiones ya efectuadas para su ejecución, descontándose ésta de los requerimientos de inversión.

Todo lo anterior permitió obtener las inversiones requeridas por las capitales regionales para dar cumplimiento a sus planes de transporte urbano.



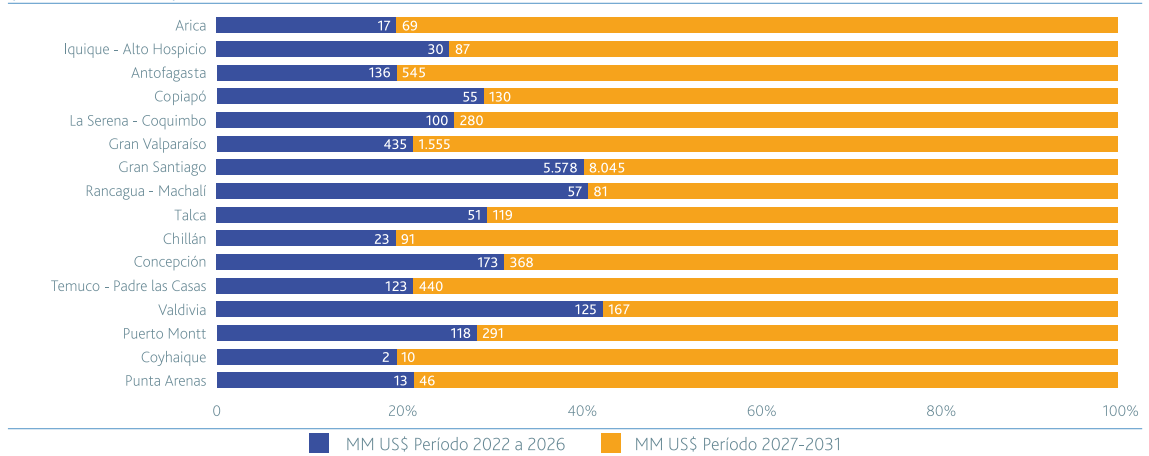
Tabla 5.6: Inversiones requeridas para completar los planes por capital regional en el corto y mediano plazo (millones de US\$)

Capital regional	Inversión plan (MM US\$)	Inversión (MM US\$) 2022 a 2026	Inversión (MM US\$) 2022 a 2031
Arica	86	17	86
Iquique - Alto Hospicio	120	30	118
Antofagasta	681	136	681
Copiapó	189	55	184
La Serena - Coquimbo	382	100	381
Gran Valparaíso	2.045	435	1.989
Gran Santiago	17.387	5.578	13.623
Rancagua - Machalí	172	57	138
Talca	189	51	171
Chillán	113	23	113
Concepción	672	173	540
Temuco - Padre las Casas	682	123	563
Valdivia	452	125	292
Puerto Montt	503	118	408
Coyhaique	12	2	12
Punta Arenas	72	13	59
Total	23.757,8	7.037	19.360

Fuente: Elaboración propia en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano (Sectra) y Banco Integrado de Proyectos (MDSyF)

En la figura siguiente se observa la inversión requerida para el período de análisis, en el período 2022 a 2026 y luego en el período 2027 a 2031, identificando la proporción en cada período

Figura 5.14: Inversiones requeridas para completar los planes por capital regional en el corto y mediano plazo (millones de US\$)



Fuente: Elaboración propia en base a los Planes Maestros de Transporte Urbano (Sectra) y Banco Integrado de Proyectos (MDSyF)

Requerimiento de inversión por conservación y mantenimiento de calles y aceras existentes

La información esencial para realizar una estimación razonable de la inversión requerida para la mantención de calles y veredas son los catastros de estos elementos. Lo anterior, para contar con las superficies existentes y el estado en el que se encuentran.

El Sistema de Indicadores y Estándares de calidad de vida y Desarrollo Urbano, elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas, tiene por objetivo identificar la desigualdad territorial dentro y entre las ciudades chilenas. Esto se realiza a través de la medición de distintos atributos urbanos, entre los que están el acceso a servicios, la movilidad sustentable, la situación medioambiental, la calidad de los barrios y la planificación de las ciudades. A partir de dicho Sistema, se trabajó con un indicador del porcentaje de manzanas que cuentan con aceras en buen estado, con lo cual se pueden identificar aquellas que están en estado regular o malo.

A partir de lo anterior, se efectuó la estimación de inversión requerida en base a la superficie de veredas existente y los porcentajes a reparar. Se consideró un costo aproximado de reposición o reparación igual a 23,3 US\$/m² obtenido a partir del informe ICD 2016-2025.

Tabla 5.7: Inversiones requeridas para reposición o reparación de veredas por capital regional (millones de US\$)

Ciudad	km veredas a reparar	Inversión anual requerida para reposición y reparación de veredas (MM US\$) ²⁴
Arica	524	24,4
Iquique - Alto Hospicio	936	43,6
Antofagasta	1.008	46,9
Copiapó	339	15,8
La Serena - Coquimbo	1.280	59,6
Gran Valparaíso	3.398	158,1
Gran Santiago	21.089	981,1
Rancagua - Machalí	691	32,1
Talca	849	39,5
Chillán	543	25,3
Concepción	3.832	178,3
Temuco - Padre las Casas	1.195	55,6
Valdivia	627	29,2
Puerto Montt	311	14,4
Coyhaique	253	11,8
Punta Arenas	431	20,1
Total	37.306	1.735,6

Fuente: Elaboración propia en base a el Sistema de Indicadores y Estándares de calidad de vida y Desarrollo Urbano (INE)

²⁴ La metodología de cálculo es simplificada estimándose un promedio razonable para el período de 10 años considerando que podría variar año a año.

Cabe considerar que esta inversión es fundamental para favorecer los viajes en caminata y mejorar los índices de equidad en las ciudades.

Dado que no se cuenta con un catastro actualizado del estado de vialidad a nivel de las capitales regionales se consideró para la estimación de vialidad por reparar los mismos supuestos que los estudios ICD 2016-2025 e ICD 2018-2027, incluyéndose en este caso la ciudad de Chillán que al momento de esos estudios no correspondía a capital regional.

El cálculo efectuado en los informes anteriores considera el pre-censo del año 2011 desde el cual se obtiene el porcentaje de vialidad con estándar "Malo", la cual se supone reemplazada.

Tabla 5.8: Inversiones requeridas para reposición o reparación de vialidad por capital regional (millones de US\$)

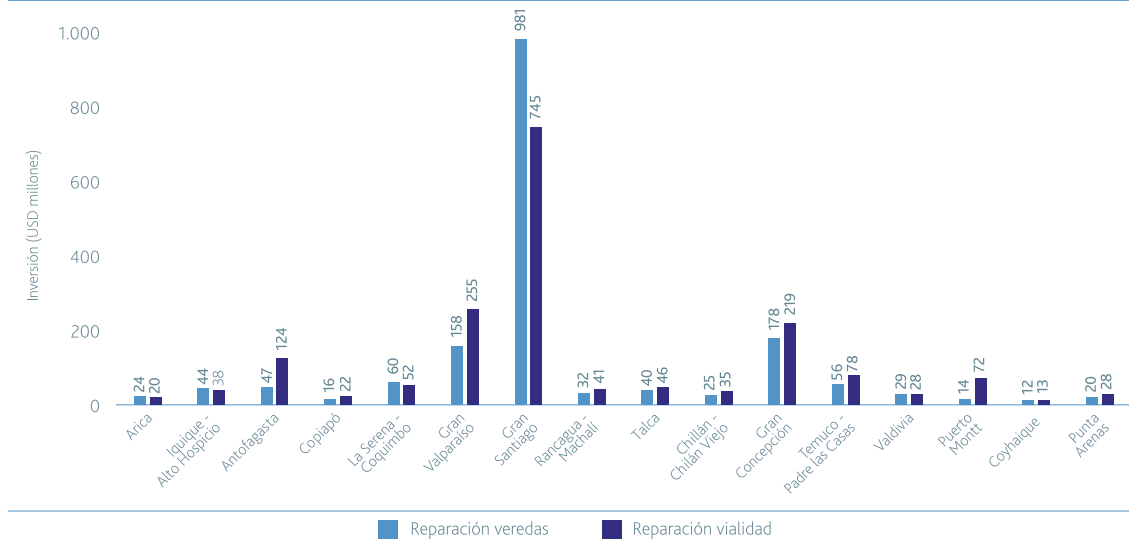
Ciudad	Inversión anual requerida para reposición y reparación de vialidad (MM US\$) ²⁵
Arica	19,5
Iquique - Alto Hospicio	37,7
Antofagasta	123,7
Copiapó	21,8
La Serena - Coquimbo	52,3
Gran Valparaíso	254,8
Gran Santiago	745,1
Rancagua - Machalí	40,9
Talca	46,4
Chillán	35
Concepción	219,3
Temuco - Padre las Casas	77,8
Valdivia	27,9
Puerto Montt	71,8
Coyhaique	13
Punta Arenas	27,8
Total	1.814,8

Fuente: Elaboración propia en base a informe ICD 2018-2017

Se observa a partir de lo anterior que los presupuestos destinados a reposición de veredas y vialidad son de órdenes de magnitud similares a nivel del país, con variaciones entre ciudades en función de la información de catastros con la que se cuenta.

²⁵ La metodología de cálculo es simplificada estimándose un promedio razonable para el período de 10 años considerando que podría variar año a año

Figura 5.15: Inversión requerida por ciudad en reposición y reparación de veredas y vialidad



Fuente: Elaboración propia en base a informe ICD 2018-2027 y Sistema de Indicadores y Estándares de calidad de vida y Desarrollo Urbano (INE).

Como se mencionó con anterioridad, no se han considerado otras inversiones en infraestructura, fuera de las incluidas en el plan de transporte oficial de las ciudades. La tabla que sigue resume las inversiones considerando que las obras de reparación y reposición de vialidad y veredas se efectúan anualmente.

Tabla 5.9: Resumen Inversión Vialidad Urbana (millones de US\$)

	Inversión requerida (MM US\$) 2022-2026	Inversión requerida (MM US\$) 2027-2031	Inversión requerida (MM US\$) 2022-2031
Plan maestro	7.037	12.323	19.360
Reposición y reparación de aceras y vialidad + vialidad	17.752	17.752	35.504
Total	24.789	30.075	54.864

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la comparación a nivel regional entre la estimación de inversión requerida en el informe ICD 2018-2027 y esta versión actualizada del informe. A fin de comparar ambas estimaciones, se han mantenido los componentes comunes entre ambas metodologías: inversiones en proyectos de los planes de transporte de cada ciudad y reposición y reparación de veredas y de vialidad. Como se mencionó, no se han considerado inversiones en infraestructura faltante en otros ejes congestionados que no se encuentran dentro del Plan de cada ciudad, por dos motivos principalmente: (i) los planes de transporte tienen el objetivo de ser los instrumentos oficiales que apoyan la planificación de la inversión urbana de transporte y (ii) en general se observa que las inversiones asociadas a los planes se han efectuado en plazos superiores a los estimados inicialmente, por lo que suponer una componente adicional de inversión en infraestructura urbana puede llevar a una sobreestimación.

Tabla 5.10: Comparación inversión urbana requerida, entre ICD 2018-2027 e ICD 2022-2031

	ICD 2018-2027		ICD 2022-2031	
	Inversión total 2018-2027 (MM US\$) (*)	Inversión total 2022-2031 (MM US\$)	Inversión total 2022-2026 (MM US\$)	Inversión total 2027-2031 (MM US\$)
Arica	393,7	524,8	236,5	288,2
Iquique	723,1	930,3	436,7	493,6
Antofagasta	2.291,8	2.387,4	989,3	1.398
Copiapó	597,8	560,2	242,6	317,6
La Serena	1.672	1.499,3	659,6	839,7
Gran Valparaíso	4.703,4	6.118	2.499,1	3.618,9
Gran Santiago	26.634,4	30.885,5	14.209,1	16.676,5
Rancagua	769,8	868,7	422,4	446,4
Talca	917,3	1.029,9	480,9	549
Chillan - Chillán Viejo	-	715,6	323,9	391,8
Concepción	4.156,5	4.516,1	2.160,4	2.355,8
Temuco	1.220,5	1.896,8	790,3	1.106,5
Valdivia	507,2	863,1	410,7	452,4
Puerto Montt	1.407,7	1.270,7	548,9	721,7
Coyhaique	217,9	260	126,3	133,7
Punta Arenas	501,8	537,6	252,3	285,3
Total	46.714,9	54.863,9	24.788,9	30.075

Fuente: Elaboración propia; (*) Se ha excluido del ICD 2018-2027 las inversiones correspondientes a infraestructura faltante en otros ejes congestionados que no se encuentran dentro del Plan de cada ciudad.

De la revisión de la tabla, se observa que, en general, la inversión actualizada para el período de 10 años entre el 2022 y 2031 es superior a la estimada en el informe ICD 2018-2027 para el período 2018-2027, con diferencias significativas en algunas ciudades. Cabe destacar que la actualización consideró algunos planes de transporte que no estaban finalizados al momento de realización del ICD 2018-2027, como es el caso del Gran Valparaíso. Por otra parte, en el caso particular de Santiago, esta estimación ha considerado la totalidad de proyectos del Plan Metropolitano de Transporte de Santiago 2025 lo que corresponde a un listado mayor al considerado en el ICD 2018-2027. Adicionalmente, es importante señalar que esta metodología supone además, que para los proyectos del plan de cada ciudad, hay algunos que ya tienen cierta inversión ejecutada y ésta ha sido rebajada del cálculo.

Respecto del cálculo de requerimiento de inversión en recuperación de veredas, se consideró información actualizada recabada por el INE en el año 2018, lo que también representa una mejora para la identificación de aquellas ciudades que requieren mayores niveles de inversión en este ítem.

Finalmente, se ha incluido en esta actualización la ciudad de Chillán, que anteriormente, al no ser capital regional, no se encontraba considerada en las estimaciones.

Análisis del avance de la ejecución de los proyectos ICD en el periodo 2018 - 2022

En el informe ICD 2018-2027 se efectuó una estimación de los requerimientos de inversión en base a los planes de transporte de las capitales regionales. Aquí por su parte, se realizó una revisión del avance de ejecución de estos proyectos en el periodo 2018-2022, esto es, desde que se desarrolló dicho informe a la fecha. Del análisis se observa que en general la ejecución de inversión estimada en el ICD 2018-2027 ha sido baja, identificándose pocos proyectos finalizados, pero varios de ellos con avances en su construcción.

En Arica, Iquique y Antofagasta, si bien se observa que se avanzó en los estudios y ejecución de algunos de los proyectos del plan, ninguno de estos se materializó en el periodo analizado. En Copiapó por su parte se identificó que la Ampliación Diego de Almagro, entre Copayapu y La Producción, uno de los proyectos más importantes del Plan ha avanzado en su construcción. Similar es el caso de La Serena-Coquimbo, donde se ha avanzado en la ejecución del proyecto de construcción y mejoramiento de Av. Cuatros Esquinas.

El Gran Valparaíso destaca como una de las ciudades que ha registrado avances más significativos en ejecución en el periodo analizado, destacándose el proyecto del Puente Los Castaños en Viña del Mar, el Mejoramiento de Avenida Alemania en Valparaíso, y los mejoramientos de ejes correspondientes al Circuito Intraurbano en Quilpué. Adicionalmente se incluyen avances en los proyectos El Vergel en Valparaíso y Prolongación 6 Oriente en Viña del Mar.

En el Gran Santiago los avances más relevantes se asocian por una parte a obras concesionadas, como son la materialización del rediseño de la Rotonda Pérez Zujovic, construcción del Túnel Kennedy y extensión de Autopista Costanera Norte hasta Padre Arteaga. Por otra parte, respecto de proyectos de transporte público, destacan la construcción del corredor por Av. Independencia, construcción de Línea 3 de Metro y avance en la construcción de Línea 7 extensiones de Líneas 2 y 3.

En Rancagua se identificó avances en materialización de los proyectos de Ampliación de Av. Baquedano y República de Chile-Escrivá de Balaguer, a lo que se suma la significativa ampliación de la red de ciclovías. En el Gran Concepción, Temuco y Puerto Montt se observa avances en algunos proyectos puntuales de los planes de transporte, entre estos, el corredor de transporte público en Av. Colon y el mejoramiento del Par Vial Collao / General Novoa en Concepción, Mejoramientos de ejes Luis Durand y Pedro de Valdivia en Temuco, y el mejoramiento de Av. Presidente Ibáñez en Puerto Montt.



Inversión requerida en áreas verdes y espacios públicos: una aproximación

Hoy en día, las ciudades deben competir por atraer y retener el mejor capital humano, 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.

En ese sentido, 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 eficiencia energética como un compromiso ético y parte de este nuevo bienestar.

En este contexto, la presencia de espacios públicos, en particular de áreas verdes, 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.

La dimensión social de estos 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.

A la dimensión social se agregan los beneficios de estos 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.

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.

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. 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.

En relación al rol económico de los espacios públicos y áreas verdes se entiende el impacto que estos tienen en el valor de las propiedades cercanas, así como la plusvalía que genera en su entorno.

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.



210



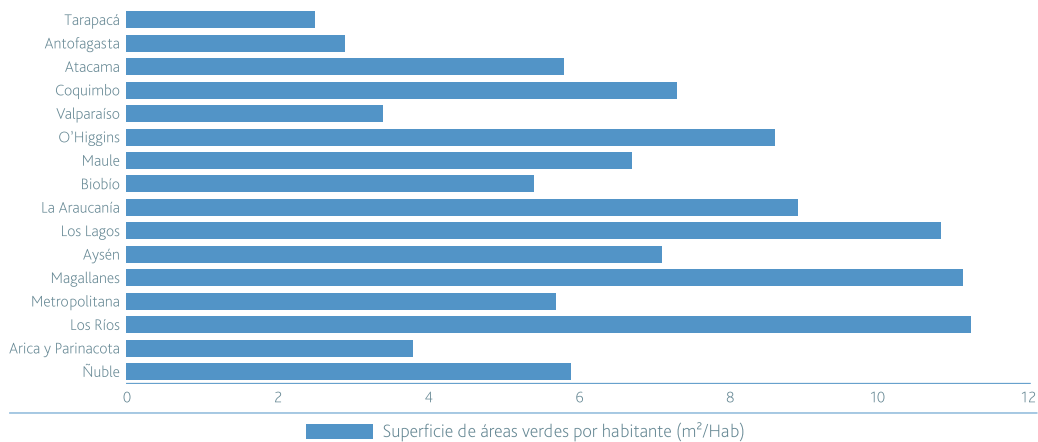
Estado Actual

Chile presenta diferencias territoriales importantes en cuanto a la provisión de áreas verdes, generando zonas deficitarias que requieren aumentar su cobertura. Estas diferencias podrían ser explicadas por procesos no uniformes de urbanización.

En términos de la superficie de áreas verdes por habitante, se observa que la condición es más deficitaria en las zonas urbanas de las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Valparaíso y Arica y Parinacota. Por otro lado, la situación se ve menos deficitaria en las zonas urbanas del sur del país, en particular, en las re-

giones Los Ríos, Magallanes y Los Lagos. Son precisamente estas tres regiones las únicas que cumplen el estándar mínimo definido por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) de 10 metros cuadrados por habitante (10 m²/hab).

Figura R.1: Áreas Verdes Urbanas: Superficie de áreas verdes por habitante (m²/hab), por región



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores Y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Tabla R.1: Áreas Verdes Urbanas: Superficie de áreas verdes por habitante (m²/hab), por región

Región	Población urbana	Superficie de Área Verde m ²	Superficie de áreas verdes por habitante (m ² /Hab)
Tarapacá	291.810	740.990	2,5
Antofagasta	505.180	1.459.334	2,9
Atacama	205.900	1.202.565	5,8
Coquimbo	498.462	3.656.421	7,3
Valparaíso	1.461.466	4.914.498	3,4
O'higgins	394.035	3.402.364	8,6
Maule	506.858	3.394.437	6,7
Biobío	1.127.973	6.131.839	5,4
La Araucanía	391.091	3.492.447	8,9
Los Lagos	431.817	4.653.847	10,8
Aysén	49.667	350.452	7,1
Magallanes	123.403	1.371.815	11,1
Metropolitana	6.794.221	38.823.143	5,7
Los Ríos	153.993	1.721.844	11,2
Arica y Parinacota	203.132	762.277	3,8
Ñuble	228.811	1.359.552	5,9
Total Nacional Urbano	13.367.819	77.437.825	5,8

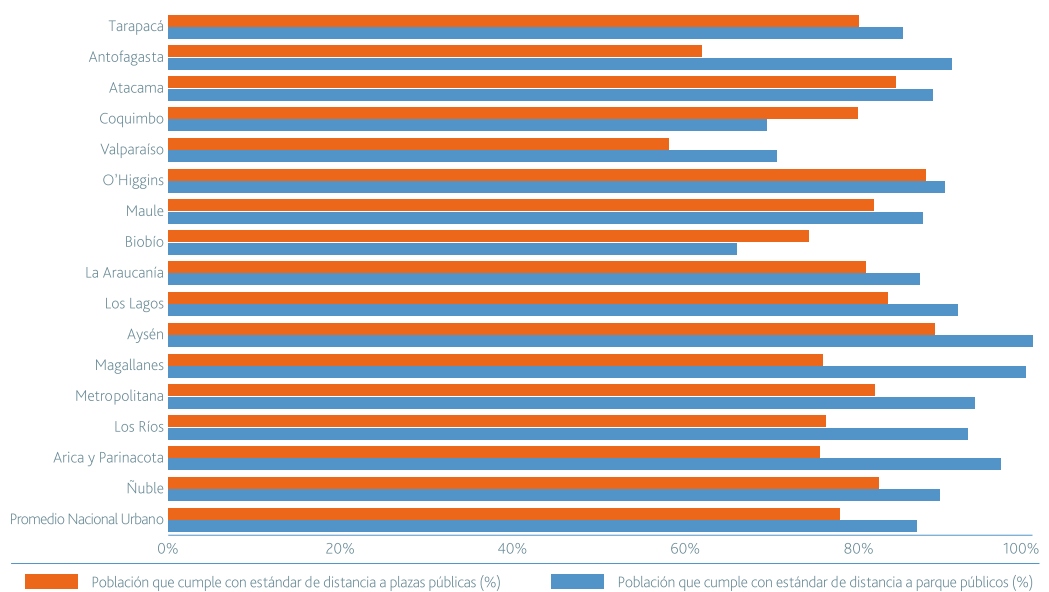
Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores Y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Si bien algunas metodologías proponen 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 sea menor a la de la persona que vive en el sur. En rigor, la proporción de m² 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 indica que el diseño de áreas verdes en zonas áridas, con sequías prolongadas o estrechez hídrica, 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 sombra en base a pérgolas y otras estructuras complementarias.

En términos del porcentaje de población urbana con acceso a plazas públicas (estándar de distancia de 400 metros), se observan condiciones más deficitarias en las regiones de Valparaíso (58%) y Antofagasta (62%). Mientras que, en términos del porcentaje de población urbana con acceso a parques públicos (estándar de distancia de 3.000 metros), se observan condiciones más deficitarias en las regiones de Biobío (66%), Coquimbo (69%) y Valparaíso (70%).

Figura R.2: Población urbana con acceso a áreas verdes públicas, por región



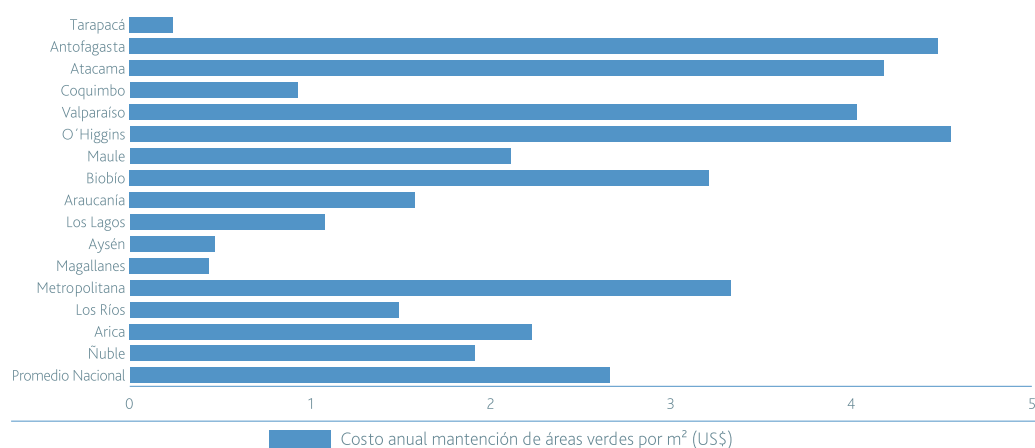
Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Para comprender el costo en términos de inversión de superar estas condiciones deficitarias en las zonas urbanas de las regiones a lo largo del país, en particular en las zonas norte y central, hay que entender que el desafío no es solo cuantitativo, sino que también es, en

gran medida, un problema de calidad. Como se puede observar, existe una gran variabilidad entre regiones en términos del costo anual de mantenimiento de áreas verdes por m², variabilidad que es aún mayor dentro de las regiones entre comunas. En ese sentido, es necesari

avanzar en definir estándares de calidad para los espacios de áreas verdes en los que se busca invertir, teniendo presente las diferencias geográficas entre regiones y el contexto de estrés hídrico y sequía por el que atraviesa el país.

Figura R.3: Costo anual mantención de áreas verdes por m² (US\$), por región



Tipo de cambio 2020: \$ 792,22/US\$

Fuente: Elaboración propia a partir de datos municipales SINIM, 2020

Tabla R.2: Costo anual mantención de áreas verdes por m² (US\$), por región

Región	Servicios de Mantención de Jardines de la Comunidad (US\$)	Superficie de Areas Verdes con Mantenimiento (m ²)	Costo anual mantención de áreas verdes por m ² (US\$)
Tarapacá	150.783	627.594	0,24
Antofagasta	8.128.832	1.814.036	4,48
Atacama	5.422.121	1.297.062	4,18
Coquimbo	4.946.810	5.336.621	0,93
Valparaíso	18.003.076	4.471.206	4,03
O'Higgins	12.213.012	2.684.447	4,55
Maule	10.105.471	4.782.679	2,11
Biobío	22.555.066	7.020.582	3,21
Araucanía	8.310.194	5.269.464	1,58
Los Lagos	6.637.564	6.164.969	1,08
Aysén	678.500	1.456.530	0,47
Magallanes	833.308	1.910.283	0,44
Metropolitana	107.566.516	32.287.020	3,33
Los Ríos	4.583.553	3.077.730	1,49
Arica	2.046.507	916.424	2,23
Ñuble	3.456.866	1.806.316	1,91
Promedio Nacional	215.638.176	80.922.963	2,66

Tipo de cambio 2020: \$ 792,22/US\$

Fuente: Elaboración propia a partir de datos municipales SINIM, 2020

A forma de ejercicio exploratorio, es posible hacer una estimación de la inversión adicional necesaria en el decenio 2022-2031 para mantener las áreas verdes y/o espacios públicos adicionales que permitan cumplir con los estándares mínimos, de acuerdo con la población urbana presente en cada región. Para el cálculo, se asume que, en el corto plazo, el estándar mínimo es el actual promedio nacional (5,8 m²/hab),

lo que entrega un déficit de áreas verdes y/o espacios públicos de 7.393.854 m². En el mediano plazo, se asume como estándar mínimo el definido por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) de 10 metros cuadrados por habitante (10 m²/hab). Así, el déficit de áreas verdes y/o espacios públicos es de 56.895.740 m², observándose una situación crítica en las regiones Metropolitana, Valparaíso, Biobío y Antofa-

gasta. A partir de los costos anuales de mantenimiento de áreas verdes por región actuales, y asumiendo una población urbana constante durante el decenio de análisis, se estima una inversión adicional requerida de US\$ 1.054 millones, consistentes en US\$ 127 millones en el quinquenio 2022-2026 y US\$ 927 millones en el quinquenio 2027-2031. El desglose por regiones se puede ver en la Tabla siguiente.

Tabla R.3: Inversión requerida adicional para mantención de áreas verdes y espacios públicos adicionales, por región

Región	Estándar corto plazo (5,8 m ² /hab)	Déficit en el corto plazo	Costo anual (US\$)	Costo 2022-2026 (US\$ millones)	Estándar mediano plazo (10 m ² /hab)	Déficit en el mediano plazo	Costo anual (US\$)	Costo 2027-2031 (US\$ millones)	Inversión requerida 2022-2031 (US\$ millones)
Tarapacá	1.692.498	951.508	228.605	1,1	2.918.100	2.177.110	523.062	2,6	3,8
Antofagasta	2.930.044	1.470.710	6.590.361	33	5.051.800	3.592.466	16.098.109	80,5	113,4
Atacama	1.194.220				2.059.000	856.435	3.580.162	17,9	17,9
Coquimbo	2.891.080				4.984.620	1.328.199	1.231.181	6,2	6,2
Valparaíso	8.476.503	3.562.004	14.342.224	71,7	14.614.660	9.700.162	39.057.192	195,3	267,0
O'Higgins	2.285.403				3.940.350	537.986	2.447.590	12,2	12,2
Maule	2.939.776				5.068.580	1.674.143	3.537.350	17,7	17,7
Biobío	6.542.243	410.405	1.318.510	6,6	11.279.730	5.147.891	16.538.661	82,7	89,3
La Araucanía	2.268.328				3.910.910	418.463	659.936	3,3	3,3
Los Lagos	2.504.539				4.318.170			0	0
Aysén	288.069				496.670	146.218	68.113	0,3	0,3
Magallanes	715.737				1.234.030			0	0
Metropolitana	39.406.482	583.339	1.943.435	9,7	67.942.210	29.119.067	97.012.254	485,1	494,8
Los Ríos	893.159				1.539.930			0	0
Arica Y Parinacota	1.178.166	415.888	928.739	4,6	2.031.320	1.269.043	2.833.956	14,2	18,8
Ñuble	1.327.104				2.288.110	928.558	1.777.043	8,9	8,9
Total Nacional Urbano	77.533.350	7.393.854	25.351.873	126,8	133.678.190	56.895.740	185.364.607	926,8	1.053,6

Tipo de cambio 2020: \$ 792,22/US\$

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores Y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020; datos municipales SINIM, 2020.



Desafíos y recomendaciones

A partir de la información presentada se recomienda 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.

Así también, se recomienda la revisión exhaustiva de la literatura referida a estándares admisibles o recomendables de áreas verdes para zonas urbanas, con el fin de definir un estándar promedio nacional más acorde con nuestra reali-

dad urbana, social, geográfica e hídrica.

Por otro lado, 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 y cómo conversan estos espacios con tópicos como la prevención del delito y del narcotráfico.

Finalmente, si bien se reconoce la importancia de las áreas verdes y los espacios públicos como infraestructura

resiliente (reducción y amortiguación 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. 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.

5

Recomendaciones

La metodología aplicada para estimar las inversiones asociadas a vialidad urbana ha considerado dos elementos: (i) los proyectos de infraestructura incluidos en los Planes Maestros de Transporte de cada ciudad, y (ii) la recuperación y reparación de veredas y vialidad.

Según se analizó, solo una pequeña parte de las obras de los Planes de Maestros tiene algún avance, asignándose de acuerdo con la metodología un monto de inversión importante para la segunda mitad del período estudiado. Es recomendable entonces, avanzar en el financiamiento y la ejecución de estas obras de infraestructuras, de modo de no empeorar las condiciones de operación del transporte en las áreas urbanas. Acelerar estas inversiones implicará responder a los desafíos que experimentan nuestras ciudades, desarrollando obras que fueron elaboradas, evaluadas y estudiadas para ser la solución más rentable socialmente.

Adicionalmente, es aconsejable mejorar las bases de datos disponibles que relacionan los proyectos de inversión que están siendo ejecutados con los planteados en los planes de transporte. Existen diferencias en los nombres del proyecto o en su categorización que dificultan el seguimiento de la inversión. Esto es fundamental ya que una correcta evaluación de las inversiones contribuye a tomar decisiones que mejoren los procesos.

Por otra parte, las inversiones asociadas a conservación de veredas y vialidad corresponden a un 65% de la inversión total estimada para el período 2022-2031. Estas obras deben tener un énfasis especial en aquellas ciudades con estándares más bajos de acuerdo con los catastros más recientes, entre las cuales están Arica e Iquique – Alto Hospicio.

Otro elemento que se revisó corresponde a la distribución de la inversión por categoría de proyecto. Aquí se identificó que existe un conjunto de ciudades donde la inversión asociada a proyectos de transporte público es sin duda insuficiente para revertir las tendencias de mayor uso del auto observadas en los últimos años. Dentro de las ciudades que destinan menos de un 10% de su inversión al transporte público se encuentran Iquique – Alto Hospicio, Rancagua - Machalí, Talca, Coyhaique y Puerto Montt, siendo esta última una de las ciudades de Chile con mayor proporción de viajes realizados en transporte privado. De la misma manera, solo tres de las ciudades muestran, dentro de sus planes, proyectos relacionados a modos activos, sin que ninguna supere en esta categoría el 10% de la inversión total.

De esta manera surgen dos nuevas recomendaciones. En primer lugar, se aconseja asignar prioridad a los proyectos de transporte público, ciclovías y peatonalización, los cuales permiten obtener una participación modal más saludable. En segundo lugar, se sugiere elaborar Planes Maestros de Transporte más integrales, sostenibles y con una visión de largo plazo, los cuales incluyan más proyectos de transporte activo y público. A partir de estas recomendaciones se avanzará hacia ciudades más sustentables, más eficientes en el uso del espacio vial y más integradas socialmente.





nicos

Av. Libertador Berwarda O Higgins alt. 900 - 1.100

UNIVERSIDAD DE

Salida a

Nue
m
te

JCDecaux

Madrid Urbana

217

Infraestructura para el Desarrollo 2022-2031



218

ccbc

Anexo 5.1:

Situación actual de las capitales regionales del país

Por el norte, la primera capital regional es la comuna de **Arica**. Esta ciudad se caracteriza por la actividad turística y por su puerto, desde el cual se traslada gran parte de las exportaciones de Bolivia al ser un puerto libre para este país. La posición de Arica la alza como una ciudad fronteriza, la cual conecta con Perú a través de su cercanía con Tacna, con el resto de Chile por la Ruta 5 y con Bolivia mediante ferrocarriles internacionales que se trasladan a la Paz.

Con respecto a la estructura de viajes, gran parte de los traslados de un día laboral se originan en la zona norte de la ciudad, específicamente en el área comprendida entre la Ruta 5, la avenida Santiago Arata y Alejandro Azolas. Luego, estos trayectos son atraídos al centro de la ciudad y al norponiente del Río San José, con una duración en transporte público cercana a los 30 minutos²⁶.

Por su parte, la conurbación de **Iquique – Alto Hospicio** es una zona eminentemente orientada al comercio y los servicios vinculados a la actividad minera y portuaria. Desde el puerto de Iquique se exporta parte de los minerales extraídos en la región de Tarapacá, además de otros productos del cono central de Sudamérica. Esto redundando en un flujo significativo de camiones por el área urbana, lo cual congestiona la ciudad y provoca accidentes²⁷. Esta fricción entre los camiones y los restantes modos existentes en la ciudad es un elemento que debe ser atendido a través de infraestructura que logre segregar el tránsito de vehículos pesados, protegiendo a las personas y mejorando la competitividad del puerto.

Respecto a la estructura de la conurbación, en el centro histórico se concentran los servicios, mientras que la zona norte reúne la actividad comercial e industrial impulsada por la Zona Franca (ZOFRI). Por otra parte, el área del puerto se localiza enfrentada al centro, mientras que los sectores sur y oriente (Alto Hospicio) agrupan el uso habitacional de la ciudad. Esta estructura ha generado congestión en las vías que conectan Alto Hospicio con el resto de la ciudad, particularmente en la Autopista Humberstone – Iquique (Ruta 16).

Antofagasta es la capital de la región homónima y la quinta ciudad más poblada del país con más de 430 mil habitantes²⁸. Se ubica limitada por el lado oriente por los farellones costeros y por el poniente por el océano pacífico, resultando en una ciudad que crece alargadamente hacia el sur y el norte (Chimba). Las actividades desarrolladas en esta urbe están íntimamente ligadas a la minería, siendo una de las ciudades más relevantes para el soporte de su explotación. Lo anterior, ha impulsado el desarrollo comercial, industrial, portuario y de servicios en la perla del norte.

Sin embargo, estas características han generado algunos desafíos que deben abordarse. La saturación de las vías, principalmente las que circulan de Norte a Sur ha dificultado la conectividad en la ciudad. En el sentido Poniente – Oriente, aunque menores, los desafíos también se presentan por la congestión de la avenida Salvador Allende y la escasez de pares consolidados. Esto se agrava aún más por un deficiente sistema de transporte público, el cual continúa exhibiendo baja cobertura espacial y ausencia de infraestructura especializada para su operación.

En la región de Atacama, la ciudad de **Copiapó** destaca por las actividades mineras y frutícolas, donde se alza como uno de los principales productores mundiales de uva de mesa²⁹. En términos demográficos, Copiapó cuenta con menos de 175 mil habitantes, superando en población únicamente a 2 capitales regionales: Coyhaique y Punta Arenas. Esto la caracteriza como una ciudad pequeña, permitiendo que políticas de movilidad acertadas impacten significativamente en su progreso.

Con respecto a la infraestructura urbana, esta se encuentra significativamente limitada por las condiciones topográficas. En particular, la línea férrea y el río Copiapó se han levantado como barreras que han sido difíciles de superar. Adicionalmente, la existencia de cerros en los sectores Norte y Sur Poniente de la urbe también han complejizado el desarrollo armónico de la ciudad³⁰.

Como consecuencia de esto, la red se ha desarrollado con discontinuidades, afectando la oferta de transporte sustentable, y alzando el uso del auto privado a cerca del 40% de la partición modal (porcentaje de viajes realizado en los distintos modos de transporte)³¹. Con esto en consideración, se torna urgente completar y conectar correctamente la malla vial, además de avanzar en infraestructura para la movilidad colectiva y activa.

Más al sur, la conurbación **Coquimbo – La Serena** se alza como la ciudad más poblada del norte del país y la cuarta a nivel nacional con más de 500.000 habitantes³². Esta metrópolis hoy se presenta como un polo económico, turístico, comercial y de servicios.

Con respecto a la conectividad, las vías Avenida del Mar y la Avenida Balmaceda realizan parcialmente el tramo norte – sur de la ciudad, siendo la Ruta 5 el único eje que atraviesa completamente la conurbación. Sin embargo, por la Ruta 5 también circulan

²⁶ Sectra.

²⁷ Sectra.

²⁸ INE

²⁹ <http://www.fia.cl/uva-de-mesa-en-atacama-un-desafio-pais/>

³⁰ SECTRA: http://www.sectra.gob.cl/planes_transporte_urbano/atacama/stu_copiapo.htm

³¹ SECTRA: http://www.sectra.gob.cl/planes_transporte_urbano/atacama/stu_copiapo.html

³² https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=15101

trayectos interurbanos y camiones pesados, lo que ha saturado la vía y aumenta la posibilidad de siniestros viales. En el sentido Oriente Poniente se levantan como barreras la línea férrea y la misma Ruta 5, lo que dificulta la conexión de los sectores altos con los costeros³³.

Por su parte, el transporte público lleva años perdiendo usuarios debido a que es percibido como lento, de baja frecuencia e insuficiente calidad. Esto se acentúa por la creciente congestión que se experimenta en las principales vías de la conurbación. Así, los cerca de 3 kilómetros de infraestructura para el transporte colectivo parecen ser insuficientes, haciendo urgente avanzar en proyectos evaluados y planificados, como el corredor de transporte público por Balmaceda 36.

Ya en la zona central, aparece el **Gran Valparaíso**, conurbación que integra las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Villa Alemana y Quilpué. Esta ciudad es la segunda metrópolis más poblada después del Gran Santiago, compartiendo este puesto con el Gran Concepción. Aquí se combinan las características de una ciudad puerto, con la actividad turística, comercial, industrial y de servicios, exhibiéndose como una metrópolis diversa y complementaria.

El Gran Valparaíso se configura como una ciudad anfiteatro, la cual mira al mar y se levanta por los cerros de la Cordillera de la Costa. Esta configuración ha hecho que la ciudad se enfrente constantemente a quebradas, taludes y hondonadas, lo que ha impedido el desarrollo de una red vial ortogonal y ha devenido a un entramado que responde más a las limitaciones naturales, que a la planificación de las autoridades. De esta forma, la urbe se ha desarrollado a través de avenidas centrales en la angosta planicie costera, las que conectan con ascensores, pequeñas calles, pasajes escalonados y vías mayores que permiten el tránsito por los cerros. Esta configuración define a la ciudad y es uno de los atractivos turísticos y patrimoniales que deben ser protegidos y potenciados a la hora de desarrollar políticas de infraestructura.

Respecto al sistema de transporte, la conurbación cuenta con el Tren Limache – Puerto, servicio que posee 20 estaciones en una extensión de 43 kilómetros. Este medio, administrado por Metro de Valparaíso (Merval), filial de la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), transportó más de 20 millones de pasajeros durante el año 2019. Dado el éxito de esta alternativa, hoy aparecen otros pares que requieren también de infraestructura mayor para el transporte público, entre las que destaca la zona de Placilla, Reñaca Alto, Santa Julia y Concón³⁴.

Lo anterior, se vuelve más relevante al observar el acelerado decaimiento de la movilidad colectiva en las últimas décadas, el cuál ha sido acompañado por el aumento del uso del automóvil. Esto último ha producido saturación en las principales vías estructurantes de la ciudad como las Avenidas Argentina, Independencia, Agua Santa, Álvarez, Libertad, San Martín, Concón – Reñaca y Los Carrera.

Ya en los valles centrales se encuentra la conurbación de **Rancagua – Machalí**, ciudad que se caracteriza por jugar un rol estratégico para la agricultura, el turismo y la minería de la región. Producto del dinamismo económico, durante los últimos 20 años la ciudad ha experimentado un acelerado crecimiento de la superficie urbana, derivado principalmente de la construcción de viviendas en lo que fue la zona rural de Machalí. Este fenómeno ha puesto a esta conurbación como la capital regional con el desarrollo más veloz del siglo XXI³⁵.

Otro elemento en el que destaca la capital de la región de O'Higgins es en la infraestructura ciclo-inclusiva. Para el año 2021, la conurbación acumula más de 80 kilómetros de ciclo vías, alcanzando una tasa de 25,1 km por cada 100.000 habitantes. Este indicador la ubica como la ciudad más avanzada en estas medidas entre las metrópolis analizadas. De la mano con la infraestructura, O'Higgins se alza como la región que más usa la bicicleta para transportarse, con una partición modal del 14%³⁶. Lo anterior, se expone como una experiencia exitosa que puede ser replicada en el país.

Luego, la capital de la región del Maule es **Talca**. Esta ciudad juega un rol central en la agricultura, la viticultura y la ganadería,

³³ STU

³⁴ STU

³⁵ <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d4cab2eee144bcc984ab972ec3f9847>

³⁶ <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe-Final-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente-2018.pdf>



siendo una de las ciudades más relevante para estas actividades. La urbe se encuentra limitada al poniente por el Río Claro, lo que ha devenido en un crecimiento hacia el norte, sur y oriente³⁷. Hoy, la ciudad ha comenzado a superar los límites comunales y a crecer hacia la comuna de Maule, proceso que debe ser analizado, planificado y acompañado con vialidad para los vehículos motorizados y no motorizados.

Con respecto a la infraestructura, la ciudad se encuentra atravesada de norte a sur por la Ruta 5, la cual la cruza en forma de trinchera desde el año 1992. Pese a esta obra, hoy la Ruta 5 se configura como una limitante para el desarrollo armónico de Talca, dificultando el tránsito de peatones, ciclistas y el transporte público. En el sentido poniente – oriente el principal eje es la Alameda – Avenida San Miguel, el cuál experimenta altos niveles de congestión, en particular en la zona cercana al Centro y al Hospital Regional.

Con respecto a la movilidad activa, para el año 2010 el uso de la bicicleta rondaba el 8% de los viajes, cantidad que según los últimos estudios ha aumentado a cerca de un 13% para el año 2018³⁸. Esto ha sido posible por una inversión importante en ciclovías, la cual posiciona a Talca como la segunda capital regional con mayor cantidad de kilómetros por número de habitantes³⁹.

En la recientemente creada Región de Ñuble, aparece la ciudad de **Chillán**, la cual cumple funciones relevantes para la actividad forestal, agropecuaria y turística, esto último por su cercanía con las Termas de Chillán y diversos centros de esquí. Hoy en día, esta ciudad se entiende como la unión de las comunas de Chillán y Chillán Viejo, sin embargo, ya muestra indicios de conurbación con otros pueblos aledaños, como los sectores de El Emboque – Monte Rico – La Victoria - Los Montes al poniente y Puente Ñuble - Villa Illinois al norte. Dado este crecimiento, la ciudad prontamente se verá limitada por los Ríos Chillán al sur, Ñuble al poniente y Cato al norte, lo que hará necesaria infraestructura para superar estas barreras y edificación en altura para densificar las zonas urbanizadas.

Con respecto a la configuración de la ciudad, el centro (en la comuna de Chillán) se dispone como un área comercial y de servicios, mientras que los sectores sur y suroriente corresponden a desarrollos habitacionales, principalmente de personas de ingresos bajos y medios. Esto debe tenerse en consideración a la hora de generar infraestructura para el transporte público.

En el sector nororiente de la ciudad, se concentran los hogares de ingresos altos, los cuales, al tener una mayor tasa de motorización, ya han comenzado a congestionar las vías del sector, principalmente el Camino a Coihueco. Finalmente, los sectores industriales están concentrados al norte de la ciudad, aprovechando la conexión con la Ruta 5.

El **Gran Concepción** es la segunda urbanización más relevante del país, compartiendo este sitio como el Gran Valparaíso. Esta ciudad está compuesta por 10 comunas: Concepción, Coronel, Chiguayante, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano y Tomé, abarcando más de 14 mil hectáreas de extensión. Con respecto a los sectores productivos de la conurbación, destacan las actividades de servicios, comerciales, industriales, pesqueras, portuarias y agropecuarias.

La ciudad se encuentra en las planicies litorales, en la cuenca hidrográfica del río Biobío. Esto hace que la ciudad tenga en algunos sectores un entramado discontinuo y accidentado debido a los cerros, depresiones y sobre todo los cauces de los ríos Biobío y Andalién, los cuales cruzan y dividen la ciudad. Hoy, la conurbación cuenta con 4 puentes que conectan Concepción con San Pedro de la Paz: los puentes Juan Pablo II, Llacolén, el ferroviario y Bicentenario, el cual aún se encuentra en construcción. Adicionalmente, durante el 2021 comenzaron las obras del puente industrial entre San Pedro de la Paz y Hualpén. Estas inversiones son relevantes para descongestionar la infraestructura existente y mejorar la competitividad de la ciudad.

Con respecto a la estructura de la urbe, la comuna de Concepción concentra gran parte de las actividades comerciales, servicios y administrativas, principalmente en el centro, alrededor de la Plaza de la Independencia. Sin embargo, Talcahuano también ha desarrollado polos comerciales y de servicios, pero con un nivel de especialización menor.

³⁷ <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d4cab2eee144bcc984ab972ec3f9847>

³⁸ STU y <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe-Final-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente-2018.pdf>

³⁹ <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d4cab2eee144bcc984ab972ec3f9847>

Por su parte, el desarrollo industrial se concentra en las comunas de Talcahuano y Coronel, destacando la siderúrgica en Hualchipato y los diversos parques industriales que generan un ecosistema con los puertos de ambas comunas. Las áreas residenciales se concentran en Talcahuano y Concepción, siendo esta última la que reúne mayor proporción de altos ingresos. Pese a lo anterior las comunas de Hualpén, Hualqui y San Pedro de la Paz han experimentado un rápido crecimiento en los últimos años.

Temuco – Padre Las Casas concentra la mayor parte de la riqueza de la Región de la Araucanía, la más pobre del país. Aquí destacan las actividades comerciales, forestales, de servicios e industriales, lo último, ligado principalmente a las industrias de la madera y alimentos. Durante los últimos años, el desarrollo en extensión de la urbanización ha generado una nueva conurbación, ahora con la localidad de Cajón, al norte y la ciudad de Labranza, al poniente por la Ruta S-40⁴⁰.

Respecto a la estructura de la ciudad, en el sector centro de Temuco y en las cercanías de la estación de trenes se concentran los servicios, el comercio y las oficinas. El atractivo de esta zona la ha alzado como el principal destino de los viajes de la ciudad, generando altos niveles de congestión vehicular. Esto se ve agravado por ciertas discontinuidades viales y de ciclovías, además de limitaciones en los circuitos peatonales en sentido oriente - poniente, principalmente en las avenidas Caupolicán y Barros Arana⁴¹.

Adicionalmente, uno de los grandes desafíos de la ciudad está vinculado a la contaminación del aire durante los meses fríos, principalmente derivado de la calefacción a leña y el crecimiento del parque automotriz. Esto debe considerarse a la hora de invertir en infraestructura para el transporte público, activo y la electromovilidad.

Más al sur, en la Región de los Ríos está **Valdivia**, ciudad que posee cerca de 178 mil habitantes en 2.500 hectáreas. Esta urbe se desarrolla alrededor de la actividad forestal, comercial y turística. En términos geográficos, la ciudad está ubicada en la confluencia de los ríos Calle-Calle, Cau-Cau, Valdivia y Cruces, lo cual divide a Valdivia en diferentes zonas comunicadas a través de un sistema de puentes. A su vez, los diversos causas definen el entramado de la ciudad, lo cual genera una estructura ondulada.

Respecto a la vialidad, Valdivia posee ejes que la cruzan de norte a sur como Los Robles – Alemania – Ramón Picarte y Pedro Montt – Pedro Aguirre Cerda, los cuales han empezado a dar muestras de saturación, principalmente en el centro de la ciudad y en el puente Calle-Calle. En el sentido poniente – oriente, destaca el eje Aníbal Pinto – Avenida Francia – Holzapfel y otras alternativas menos consolidadas.

Con respecto a la infraestructura para ciclos, Valdivia cuenta con 32 kilómetros de ciclovías construidas, las cuales aún poseen un entramado discontinuo con limitaciones principalmente al enfrentarse con los ríos de la ciudad. Pese a esto, las obras permiten el tránsito de ciudadanos en sentido norte - sur y oriente – poniente, viajes que según estudios recientes se ubican sobre el 10% de la partición modal de la ciudad.

Al sur, por la ruta 5 es posible llegar a **Puerto Montt**, capital regional de Los Lagos. La ubicación de esta urbe la convierte en la puerta de entrada del archipiélago de Chiloé y la Patagonia chilena. Adicionalmente, Puerto Montt cumple un rol fundamental en la industria salmoneera, desplegando actividades comerciales, portuarias, de servicio y otras de soporte de la salmoneicultura. Durante el siglo XXI, esta ciudad ha vivido un desarrollo inmobiliario acelerado, siendo la segunda capital regional con mayor crecimiento del área urbana con una tasa superior al 3% anual. Este crecimiento ha ocurrido principalmente en las zonas norponiente y nororiente, lo que ha llevado en la incipiente conurbación de Puerto Montt con la localidad de Alerce.

El centro de esta ciudad está circundando la Plaza de Armas, a una cuadra de la costanera. Aquí se concentran servicios, comercio y oficinas, siendo el destino más atractivo de la urbe. Las viviendas se ubican principalmente en la periferia, sin embargo, parte de los hogares de ingresos altos logran mantenerse cercanos al centro y en el sector nororiente de la comuna de Puerto Montt. Por su parte, sectores de ingresos bajos y medios se ubican en Alerce, los cuales tienen una insuficiente conexión con la comuna de Puerto Montt a través de la ya saturada Avenida V-505 (Puerto Montt – Alerce – Puerto Varas). Finalmente, el área



⁴⁰ <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d4cab2eee144bcc984ab972ec3f9847>

⁴¹ Estudio de Movilidad centro de Temuco

industrial se desarrolla en la parte norte, aprovechando la conectividad de la Ruta 5.

Esta configuración genera que gran parte de los viajes tengan como destino el centro, lo que ha congestionado las vías de acceso a esta área, como Crucero, Pacheco Altamirano, desde el sur poniente, Avda. Salvador Allende desde el norponiente, Santa Teresa desde el norte y Ejército desde el nororiental.

Luego, en la Patagonia chilena se ubica la ciudad de **Coyhaique**, capital de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Esta urbe es la menos poblada entre las analizadas, con alrededor de 60.000 habitantes en menos de 1.000 hectáreas. Coyhaique es una zona eminentemente orientada a la actividad comercial, forestal, los servicios y el turismo, además de cumplir un rol fundamental en el soporte de la pesca y la ganadería de la región. La ciudad se encuentra limitada por el Río Simpson al poniente y el Río Coyhaique al norte, lo que ha implicado un crecimiento principalmente hacia el sur en los últimos años.

La plaza de armas constituye el centro de Coyhaique, la cual destaca por su forma pentagonal. Esta se sitúa en el sector norponiente de la ciudad, el cual concentra los servicios públicos y el comercio. Luego, desde la calle Almirante Simpson hacia el sur se distingue otra área de Coyhaique, en la que destacan las áreas residenciales. Finalmente, en el sector Nororiental de la ciudad se encuentran el Estadio Regional, el Ministerio Público y la Escuela Agrícola. En general en esta zona existen áreas de posible expansión, especialmente al este del puente Estero la Cruz.

Respecto a los flujos vehiculares, los estudios han mostrado que aún son bajos, ya que no superan los 1.000 vehículos por hora. Las avenidas con más circulación son General Baquedano, Arturo Pratt y Almirante Simpson, en la mayoría de los casos, con viajes que se dirigen al centro de la ciudad. Adicionalmente, Coyhaique exhibe una importante presencia de peatones, lo cual debería ser potenciado con más prioridad para modos activos, principalmente en el centro.

La ciudad más austral de Chile es **Punta Arenas**. Esta localidad tiene una población de 143 mil habitantes y desarrolla principalmente actividades portuarias, de pesca, industriales (vinculada a los hidrocarburos), de servicios y comerciales. Geográficamente, la ciudad se levanta en la costa oriental de la Península de Brunswick, en la rivera continental del estrecho de Magallanes. Su ubicación estratégica le permite ser la puerta de entrada a la Antártica y a otros destinos de la Patagonia Austral.

El centro de la ciudad de Punta Arenas se levanta en el casco histórico, de frente al muelle Pratt, concentrando servicios y parte del comercio. Otro punto relevante para el comercio es la Zona Franca, centro comercial que ofrece productos sin impuestos. Las viviendas por su parte se disponen principalmente en las periferias. En particular, los hogares de ingresos medios y bajos se levantan en los sectores poniente (Barrio Pratt) y sur (18 de Septiembre), mientras que los hogares de ingresos altos se sitúan en los sectores norte y centro. Respecto a la congestión, hay muestras incipientes de saturación en Avenida Independencia, Presidente Eduardo Frei Montalva y la avenida Costanera.

Información de movilidad urbana

	Arica	Iquique - Alto Hospicio	Antofagasta	Copiapó	La Serena - Coquimbo	Gran Valparaíso	Gran Santiago	Rancagua - Machali
Información demográfica								
Población 2021 (habitantes)	250.795	361.212	433.712	173.253	516.256	1.038.882	6.976.740	329.083
Ingreso medio hogares (\$CLP 2020 / hogar)	1.038.000	1.165.600	1.456.600	1.078.400	934.500	1.076.700	1.366.000	891.000
Superficie urbana (2002 - 2017)	2906,5	3325,5	3636,7	2328,9	6927,9	14615	78252	5392
Tasa de crecimiento anual de la superficie urbana (2002 - 2017)	2,1%	1,6%	1,2%	1,8%	2,4%	0,7%	1,3%	3,4%
Vialidad								
Longitud total red (km)	326	629	805	363	1360	2733	16250	683
Longitud total red (km) por cada 100 habitantes	130,0	174,1	185,6	209,5	263,4	263,1	232,9	207,5
Cicloviás								
Cicloviás existentes (km)	24,9	13,8	27,3	28,8	43,5	26,4	457,7	82,7
Cicloviás en ejecución (km)	6,4	8,9	3,4			5,5	55,1	
Cicloviás planificadas	50,4	20,1		15,1	88,8	31,7	933,0	51,7
Cicloviás existentes por 100.000 habitantes	9,9	3,8	6,3	16,6	8,4	2,5	6,6	25,1
Cicloviás en ejecución por 100.000 habitantes	2,6	2,5	0,8			0,5	0,8	
Vialidad transporte público								
Vías exclusivas (km)					2,7	8,8	31	2,7
Vías segregadas (km)								
Pistas sólo bus (km)		1,4					334,2	
Corredores de buses (km)							81	
Vialidad de priorización para buses por 100.000 habitantes					0,5	0,8	6,4	0,8
Red de Metro								
Longitud total red Metro (km)						43	140	
Nº estaciones						20	136	
Nº estaciones de transbordo (bus)						4	7	
Nº estaciones de transbordo (bicicleta)						20	8	
Demanda anual (2019)						20.171.353	704.000.000	
Demanda diaria promedio (día laboral, 2019)							2.409.382	
Km recorridos (2019)						3.206	153.000.000	
Red de Metro por cada 100.000 habitantes						4,1	2,0	
Parque vehicular								
Nº vehículos motorizados (2020)	74.581	110.208	96.927	49.867	136.516	249.403	1.782.138	103.305
Transporte particular	67.726	100.505	83.596	44.101	125.435	232.018	1.665.198	96.034
Transporte colectivo	3.652	4.898	4.807	2.614	5.684	9.189	58.991	4.077
Transporte de carga	3.202	4.805	8.524	3.152	5.397	8.196	57.949	3.194
Vehículos por cada 100.000 habitantes	297,4	305,1	223,5	287,8	264,4	240,1	255,4	313,9
Viajes								
Viajes diarios en transporte público	144.203	221.995	303.970	129.863	287.052	905.974	5.573.027	210.071
Viajes diarios en transporte privado	236.034	266.732	333.022	178.624	307.506	774.774	5.360.155	263.583
Viajes diarios en modos no	239.107	256.317	255.798	140.915	259.035	621.961	7.367.639	250.045

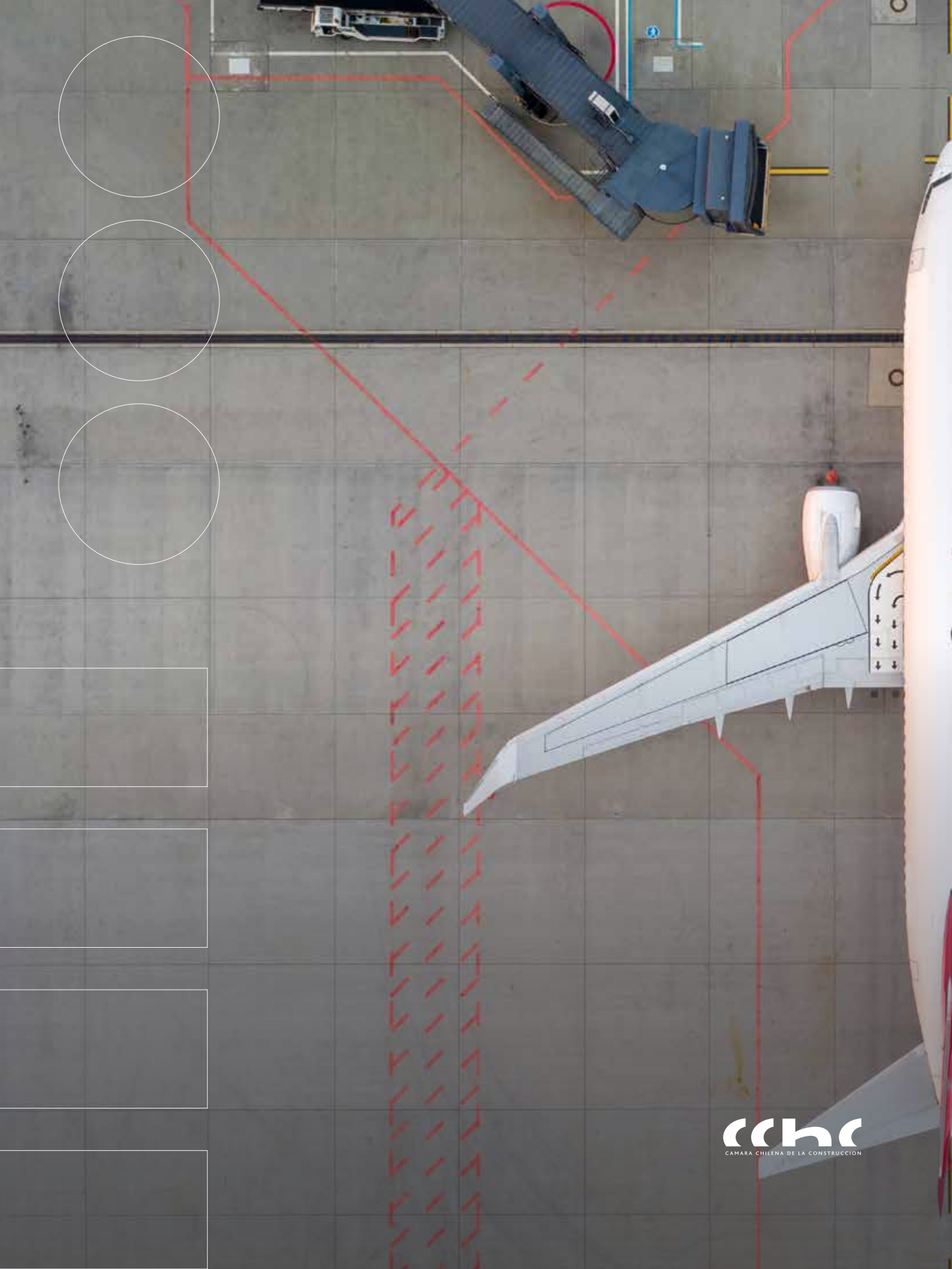


224



	Talca	Chillán - Chillán Viejo	Gran Concepción	Temuco - Padre Las Casas	Valdivia	Puerto Montt	Coyhaique	Punta Arenas
Información demográfica								
Población 2021 (habitantes)	238.343	234.459	1.041.664	387.880	178.226	272.555	61.496	143.205
Ingreso medio hogares (\$CLP 2020 / hogar)	868.600	852.900	912.200	829.500	923.900	836.500	1.238.000	1.435.900
Superficie urbana (2002 - 2017)	4064,7	3118,4	14210,5	4449,3	2552,3	3193	931,1	2608,5
Tasa de crecimiento anual de la superficie urbana (2002 - 2017)	2,5%	1,8%	1,7%	2,4%	2,6%	3,1%	1,7%	1,6%
Vialidad								
Longitud total red (km)	774	576	3181	957	466	350	217	463
Longitud total red (km) por cada 100 habitantes	324,7	245,7	305,4	246,7	261,5	128,4	352,9	323,3
Cicloviías								
Cicloviías existentes (km)	58,3	28,1	115,4	81,5	31,9	37,4	2,2	21,7
Cicloviías en ejecución (km)	13,0		1,8	5,2	6,8	3,5	0,0	4,2
Cicloviías planificadas	13,2	33,3	69,7	15,6	0,0		10,4	51,3
Cicloviías existentes por 100.000 habitantes	24,5	12,0	11,1	21,0	17,9	13,7	3,6	15,2
Cicloviías en ejecución por 100.000 habitantes	5,4		0,2	1,3	3,8	1,3		2,9
Vialidad transporte público								
Vías exclusivas (km)				8,35	2,3			
Vías segregadas (km)								
Pistas sólo bus (km)	3,0		4,0		4,3			
Corredores de buses (km)			25,0					
Vialidad de priorización para buses por 100.000 habitantes	1,3		2,8	2,2	3,7			
Red de Metro								
Longitud total red Metro (km)			65					
Nº estaciones			25					
Nº estaciones de transbordo (bus)			2					
Nº estaciones de transbordo (bicicleta)			9					
Demanda anual (2019)			5.221.054					
Demanda diaria promedio (día laboral, 2019)			22.132					
Km recorridos (2019)								
Red de Metro por cada 100.000 habitantes			6,2					
Parque vehicular								
Nº vehículos motorizados (2020)	57.955	60.575	278.426	99.829	46.219	78.666	23.393	55.793
Transporte particular	53.724	55.451	257.230	91.722	42.512	68.791	21.342	49.743
Transporte colectivo	2.158	2.393	8.315	3.492	2.000	3.928	829	2.441
Transporte de carga	2.073	2.731	12.881	4.615	1.707	5.947	1.222	3.609
Vehículos por cada 100.000 habitantes	243,2	258,4	267,3	257,4	259,3	288,6	380,4	389,6
Viajes								
Viajes diarios en transporte público	202.654	134.533	699.257	262.964	125.325	142.166		69.922
Viajes diarios en transporte privado	124.408	101.596	225.341	301.565	172.923	221.544		80.394
Viajes diarios en modos no	272.759	255.676	656.016	269.269	117.486	139.624		69.546

Fuente: Biblioteca del congreso nacional, Ministerio de Desarrollo Social y de la Familia, INE, MTT, Sectra, EFE, Municipios, GORE





Capítulo 6

Aeropuertos

1 Resumen ejecutivo

El transporte aéreo de pasajeros es un mercado dinámico que en los 10 años previos a la pandemia del COVID-19 creció con tasas del 10% anual tanto para pasajeros nacionales como internacionales. Producto de la tendencia histórica de la demanda, el gobierno diseñó un plan de modernización a través de concesiones con US\$ 1.442 millones a invertir en el período 2021-2026.

La irrupción del COVID-19 provocó un desplome de la demanda en 2020 y 2021, con flujos de pasajeros que cayeron a proporciones de 38% y 49%, respectivamente, respecto de la observada en 2019. La perspectiva de recuperación está todavía sujeta a gran incertidumbre, pudiendo volver a niveles de demanda 2019 tan temprano como 2024 o tan tarde como 2036, dependiendo de cómo evolucione la pandemia. En el mejor de los casos significa un paréntesis en el crecimiento de la demanda por 4 años. A partir de allí, los escenarios centrales proyectan crecimientos de largo plazo con tasas anuales entre 6% y 7%. A pesar del impacto de la pandemia, se tiene que el déficit de oferta tanto actual como futuro, es persistente.

En el presente ICD se ha introducido una variación en la metodología de cálculo del déficit, utilizando parámetros basados en la data chilena y en parámetros exigidos en los contratos de concesiones. Como resultado, la estimación de requerimientos de infraestructura de terminales (medida en m²) es más exigente que cálculos anteriores, donde al año 2017 se estimaba que 4 aeropuertos habían superado su capacidad (ICD 2018-2027), mientras que en la presente versión se estima que, a 2019, todos los aeropuertos menos Santiago han superado su capacidad. A futuro, y considerando las inversiones comprometidas, se proyecta que 8 de los 17 aeropuertos del plan habrán superado su capacidad antes del término del período 2022-2031, incluso con estimaciones pesimistas de la demanda de pasajeros.

Tabla 6.1: Resumen de inversiones por tipología, período 2022-2031 (millones de US\$)

Categoría	2022-2026	2027-2031	Total
Inversiones comprometidas en agenda de concesiones	814	0	814
Inversión DAP	365	312	677
Inversiones en regiones, sin proyecto	386	379	765
Total	1.566	690	2.256

Fuente: Elaboración propia.





2

Reseña del sector

Mercado aéreo en Chile

La red primaria de Aeropuertos en Chile está formada por 16 aeropuertos. De ellos, 12 son concesionados y 6 cuentan con operaciones internacionales. Contando la red secundaria (13), militar (11) y aeródromos (294), la red cuenta con 334 unidades.

Esta infraestructura da servicio a más de 11 millones de pasajeros en vuelos internacionales y cerca de 15 millones nacionales (2019, pre-pandemia).

Entre 2010 y 2019, los pasajeros internacionales crecieron a una tasa de 9% anual, mientras que los nacionales crecieron al 10,8%. Esto demuestra lo dinámico de un mercado que necesita atender a una demanda que se duplica cada 7 años.

De especial importancia en un mundo globalizado, el transporte aéreo de pasajeros posibilita el crecimiento del turismo interno y externo, como así la continuidad de negocios que interconectan el país con el mundo entero.

Por otra parte, si bien el transporte de carga está presente en el mercado chileno, su aporte es una pequeña fracción de los flujos de carga internacional (aproximadamente 1% del peso total transportado, Steer, 2020, p. 8), y se transporta casi exclusivamente en aviones de pasajeros, ya que la asimetría de los flujos dificulta el uso de aviones exclusivos al transporte de carga. Por esta razón y al igual que en pasadas ediciones, el presente ICD se focaliza en el transporte de pasajeros.

Figura 6.1: Red primaria de aeropuertos en Chile

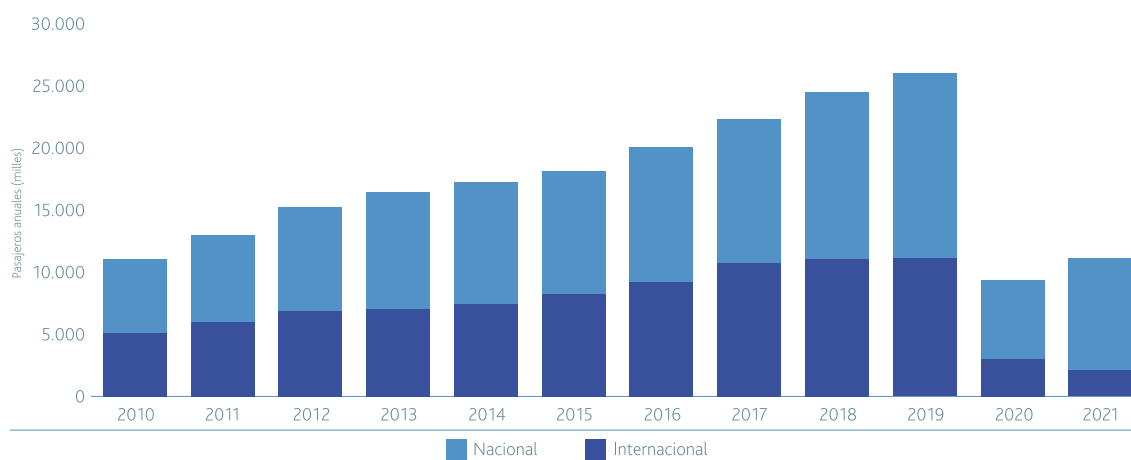


Impacto de la pandemia COVID-19

El sector aeroportuario y de transporte aéreo en Chile fue impactado fuertemente por la pandemia del COVID-19 como resultado directo de las medidas sanitarias y restricciones a la movilidad, que tanto Chile como otros países implementaron y que a la fecha de este reporte persisten en diversos grados de intensidad.

Como se puede apreciar en la Figura 6.2, el año 2020 significó un desplome de la demanda, con caídas de 73% para pasajeros internacionales y 58% para nacionales. Para el año 2021¹ la demanda internacional es incluso menor (caída de 81% respecto de 2019), mientras que la demanda nacional muestra una tendencia de recuperación, pero todavía 39% por debajo de 2019. Como se verá más adelante, la recuperación de la demanda de pasajeros a los niveles de 2019 se prevé hacia 2024 en el escenario más optimista. En los casos intermedios, la pandemia habrá suprimido parte del mercado y por tanto la curva de crecimiento irá por debajo de un escenario sin COVID-19.

Figura 6.2: Evolución de la demanda de transporte aéreo en Chile - pasajeros anuales (llegados y salidos)



*Nota: Los pasajeros nacionales se contaron una sola vez, a la salida del aeropuerto de origen.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021)*

Los impactos del COVID-19 a nivel de regiones son diferenciados y han tenido mayor recuperación en 2021 comparados con la cifra nacional, la cual está dominada por Santiago, donde aún no se supera el 40% de la demanda del año 2019. La Tabla 6.2 presenta el índice de la demanda total por aeropuertos respecto de 2019.

¹ Nuestra estimación de demanda nacional e internacional para el año 2021 se basa en datos disponibles para enero a septiembre y la variación observada entre 2020 y 2021 para el mismo periodo.

Tabla 6.2: Proporción de pasajeros totales respecto del año 2019

Aeropuerto	2020	2021	Aeropuerto	2020	2021
Arica	40%	50%	Temuco	40%	60%
Iquique	55%	85%	Valdivia	38%	67%
Calama	43%	57%	Osorno	44%	91%
Antofagasta	50%	69%	Puerto Montt	42%	57%
Isla de Pascua	25%	1%	Castro	28%	123%
Copiapó	36%	67%	Balmaceda	38%	56%
La Serena	50%	81%	Punta Arenas	38%	43%
Santiago	35%	40%			
Concepción	43%	67%	Total Nacional	38%	49%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021).

Como se puede apreciar, la recuperación es más rápida en regiones que en Santiago, ya que el impacto de la caída continua de pasajeros internacionales sigue frenando la recuperación del flujo total de pasajeros en el principal aeropuerto del país.

Un caso especial es Isla de Pascua, que de una proporción de 25% en 2020, prácticamente desaparece en 2021 con un índice del 1%, dado que la isla estuvo cerrada al turismo durante 2021, situación que se espera revertir a partir de febrero 2022.

En el resto de la red, los aeropuertos de la zona norte fueron los más resilientes durante el año 2020, donde la actividad esencial de la minería no se detuvo y permitió conservar índices de 50% o más. En 2021, casi la totalidad de los aeropuertos regionales están por sobre el índice 50%, impulsados por los viajes nacionales y probablemente una porción de viajes que se traspasaron desde modos terrestres.

Proyectos en desarrollo

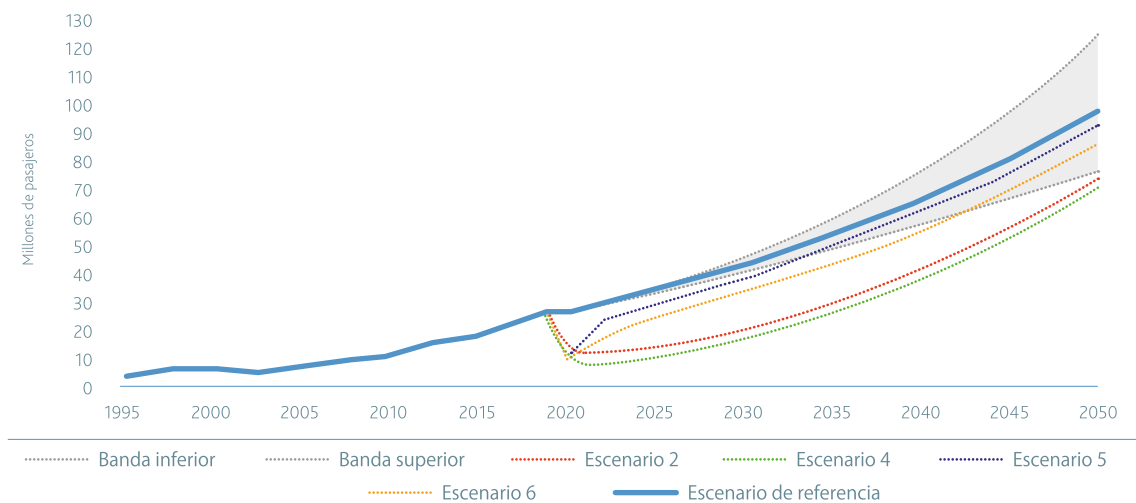
Respondiendo a la tendencia de crecimiento pre-pandemia, en 2019 el gobierno anunció un Plan de Modernización de la Red Aeroportuaria (Carvallo Montes, 2019). Este plan contempla una inversión total de aproximadamente US\$ 1.442 millones en la red de aeropuertos nacional incluyendo 17 aeropuertos con proyectos de ampliación de terminales y dos aeropuertos con proyectos de ampliación de pistas. Se agregarán 6 nuevas concesiones y 9 aeropuertos que hoy tienen solamente servicios nacionales, serán habilitados para ofrecer servicios internacionales. Se trata de un plan de relativamente corto plazo, con puestos en servicio de las obras programadas durante el periodo 2021 - 2026.

En el año 2020, comenzaron los estudios para un nuevo aeródromo en la macrozona central (Carvallo Montes, 2019), que tendría una superficie de 400 hectáreas, con capacidad de expansión. El nuevo aeródromo tendría una pista de 2.500 metros de longitud y 45 metros de ancho. La ubicación del aeródromo aún no está decidida. Hay 5 posibles ubicaciones en estudio en 3 regiones (la Región Metropolitana, la Región de Valparaíso, y la Región del Libertador Bernardo O'Higgins). La construcción del aeródromo podría comenzar en 2026 y terminar en 2029.

El Futuro

Debido a los exitosos programas de vacunación en Chile y en otros países, se ve un proceso de recuperación de la actividad económica y de la movilidad, incluyendo el transporte aéreo, tanto nacional como internacional. Sin embargo, aún hay incertidumbre debido a la posibilidad de nuevas olas y variantes del virus, lo que dificulta proyectar con precisión la demanda futura (Charumilind et al., 2021). El estudio "Plan Estratégico del Transporte Aéreo" realizado para la JAC (FDC, 2020c) incluyó el desarrollo de varios posibles escenarios futuros considerando la pandemia COVID-19, que se muestran en la siguiente figura.

Figura 6.3: Escenarios de Pandemia – Pasajeros Totales



Nota: Los pasajeros nacionales se contaron una sola vez, a la salida del aeropuerto de origen
Fuente: (Fernández y de Cea Consultores, FDC, 2020c, p. 22)

En todos los casos, se prevé una menor demanda futura que lo que se esperaba antes de la pandemia. Sin embargo, la brecha varía bastante entre el escenario más optimista y el escenario más pesimista. La recuperación del nivel de demanda de 2019 podría ocurrir tan temprano como 2024 o tan tarde como 2036, dependiendo de cómo evoluciona la pandemia.

El "Plan Mejores Obras Para Chile 2050" (Ministerio de Obras Públicas, 2022) propone inversiones en aeropuertos de 3.969 millones de US\$ en el periodo 2020 – 2050, correspondiendo a 1.072.483 m² de infraestructura (Ministerio de Obras Públicas, 2022, p. 9).



3

Situación actual y diagnóstico

Marco Institucional

El marco institucional del sector aeroportuario es complejo, incluyendo por lo menos 7 instituciones de 6 ministerios encargadas con distintas actividades claves².

Red aeroportuaria y sus concesiones

La oferta de terminales de la red primaria en 2021 alcanza a 439 mil m², de los cuales el 77,5% se concentra en Santiago. Hacia 2025, las concesiones ampliarán la oferta para llegar a 514 mil m² (+17%), concentrado en regiones, de modo que la participación del aeropuerto de Santiago disminuirá a 66% del total.

La Tabla 6.3 identifica la oferta de la red primaria, con sus concesiones actuales y 9 proyectos de expansión distribuidos en 4 grupos de aeropuertos que se concesionarán juntos a futuro, a saber:

- Grupo 1: Balmaceda y Punta Arenas³
- Grupo 2: Osorno, Puerto Montt y Castro
- Grupo 3: Temuco y Pucón
- Grupo 4: Copiapó y Concón

² Para ver el detalle de las instituciones y sus actividades en el sector aeroportuario en Chile, ver ICD 2018-2027.

³ Proyecto ya adjudicado.

Tabla 6.3: Aeropuertos de la Red Primaria y sus Concesiones

Aeropuerto	Código IATA	Concesión	Fecha de inicio	Fecha final (aproximada)	Superficie de terminales 2021 (m ²)	Superficie de terminales 2025 ⁴ (m ²)	Grupos
Arica	ARI	1	20-03-2019	18-04-2034	5.352	11.592	
Iquique	IQQ	1	12-10-2017	11-10-2042	13.176	21.200	
Calama	CJC	1	17-03-2011	17-03-2026	9.763	30.378	
Antofagasta	ANF	1	18-11-2011	18-11-2026	9.500	9.500	
Isla de Pascua	IPC	0			1.250	1.250	
Copiapó	CPO	1	03-10-2002	03-04-2023	1.700	4.700	4
La Serena	LSC	1	11-08-2021	11-04-2043	4.364	13.550	
Santiago	SCL	1	01-10-2015	30-09-2035	340.110	340.110	
Concepción	CCP	1	19-08-2016	23-08-2031	11.800	11.800	
Temuco	ZCO	1	17-04-2010	31-03-2022	5.307	10.000	3
Valdivia	ZAL	0			2.200	2.200	
Osorno	ZOS	0			2.150	8.000	2
Puerto Montt	PMC	1	03-04-2018	30-04-2024	16.586	16.586	2
Castro	MHC	0			1.000	5.000	2
Balmaceda	BBA	1	22-03-2021	22-03-2053	2.400	12.391	1
Punta Arenas	PUQ	1	22-03-2021	22-03-2053	12.368	16.014	1
Pucón ⁵	ZPC	0			0	0	3
Concón ⁵	KNA	0			0	0	4
Total		12			439.026	514.271	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos DAP y DGC (Dirección de Aeropuertos, 2018, 2020a, 2021; Dirección General de Concesiones, 2021a, 2021b, 2021c, 2021f, 2021e, 2021d, 2021g)

⁴ Superficie proyectada a partir de los datos de las concesiones en fase de construcción.

⁵ Los aeropuertos de Pucón y Concón no pertenecen a la red primaria, pero serán incluidos en concesiones futuras junto a aeropuertos de la red primaria (Carvallo Montes, 2019, p. 23)

Demanda histórica

El aeropuerto de Santiago concentra alrededor del 60% de los pasajeros totales de Chile, con una participación de mercado estable en el período 2010-2019. Tanto Santiago como el conjunto de aeropuertos regionales, han crecido con una tasa de 10% anual entre 2010 y 2019, y se espera que esa senda de crecimiento continúe una vez que se supere la emergencia de la pandemia, aunque comparativamente por debajo la curva de crecimiento de un escenario sin COVID-19.

En la panorámica regional, los aeropuertos de Calama, La Serena y Temuco poseen una tendencia especialmente dinámica con tasas de crecimiento entre 13% y 16% anual para el período 2010-2019, tasas que son reflejo de la actividad minera en Calama, turística en Serena y de un centro regional que, por su tamaño de población, es atractivo en el ámbito nacional, como es el caso de Temuco.

La siguiente tabla ofrece un resumen de los pasajeros anuales de cada aeropuerto en la red primaria, para el período 2010 – 2021.

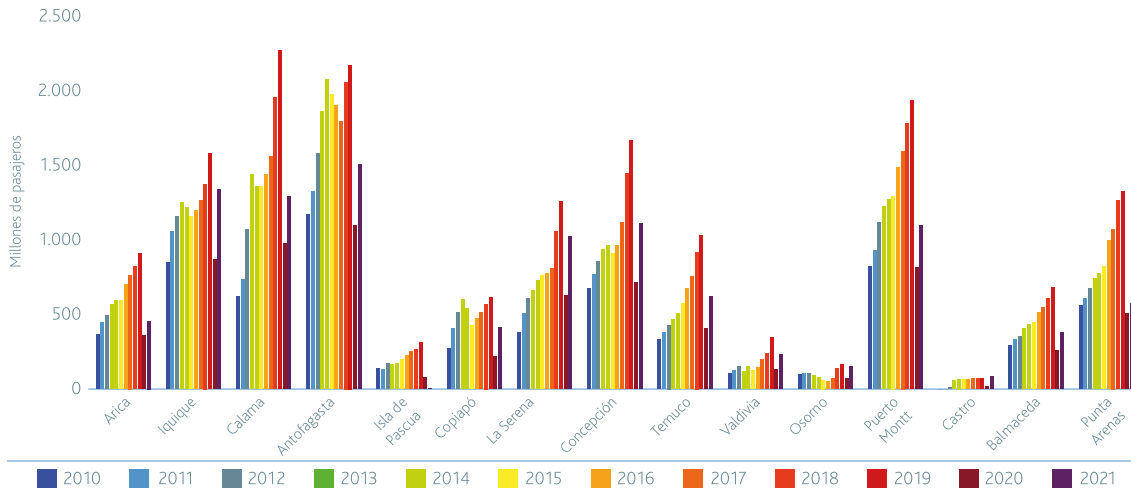
Tabla 6.4: Pasajeros anuales totales por aeropuerto (miles, llegadas y salidas)

Aeropuerto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Arica	366	449	495	565	593	595	703	765	821	909	361	456
Iquique	847	1.054	1.160	1.250	1.220	1.155	1.197	1.263	1.375	1.580	872	1.341
Calama	623	734	1.071	1.442	1.361	1.357	1.438	1.562	1.956	2.273	977	1.290
Antofagasta	1.173	1.325	1.580	1.864	2.078	1.974	1.902	1.796	2.060	2.173	1.096	1.505
Isla de Pascua	135	134	168	163	172	198	225	249	268	314	79	2
Copiapó	275	403	515	598	540	427	472	516	571	616	220	411
La Serena	378	508	607	663	725	760	776	811	1.057	1.261	628	1.024
Santiago	10.315	12.106	14.215	15.313	16.068	17.231	19.192	21.427	23.324	24.631	8.528	9.917
Concepción	672	769	856	938	965	909	966	1.120	1.447	1.665	718	1.112
Temuco	335	377	430	466	504	575	675	754	919	1.028	409	620
Valdivia	105	123	152	121	153	127	146	200	239	344	131	230
Osorno	101	107	107	89	78	60	49	72	137	163	72	149
Puerto Montt	820	929	1.117	1.225	1.273	1.295	1.486	1.597	1.782	1.934	813	1.097
Castro	0	0	8	58	67	65	67	68	69	69	19	85
Balmaceda	293	334	355	406	430	444	515	549	607	682	260	380
Punta Arenas	560	610	675	741	778	819	995	1.073	1.263	1.323	506	574
Total	16.997	19.964	23.512	25.901	27.006	27.991	30.805	33.821	37.895	40.965	15.689	20.193

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021)

La siguiente figura presenta gráficamente los datos de la tabla anterior. Los datos correspondientes del aeropuerto de Santiago se muestran en el gráfico sub-siguiente, debido a la diferencia de escala.

Figura 6.4: Pasajeros totales por aeropuerto (miles, llegadas y salidas)

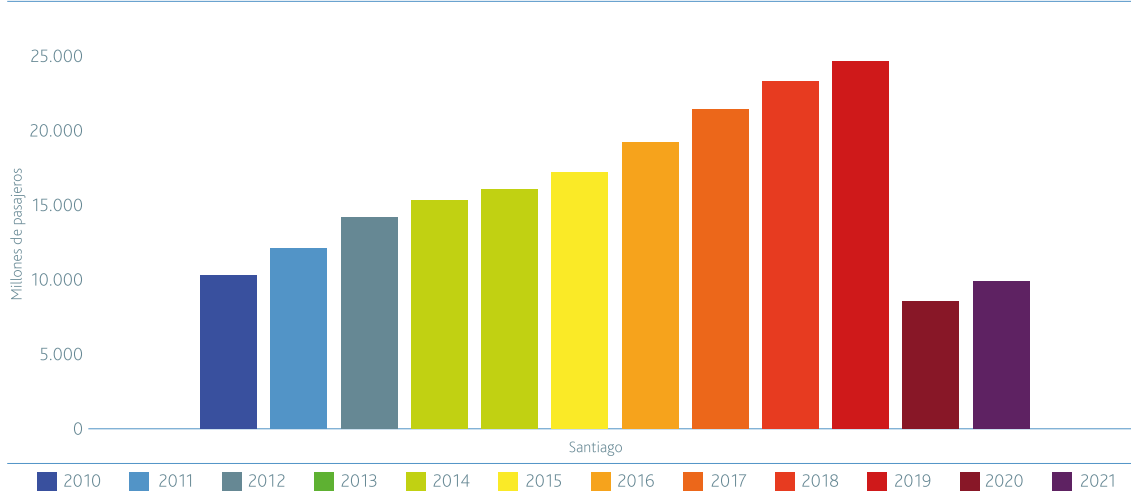


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021).

Aeropuertos

237

Figura 6.5: Pasajeros totales del aeropuerto de Santiago (miles, llegadas y salidas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021).

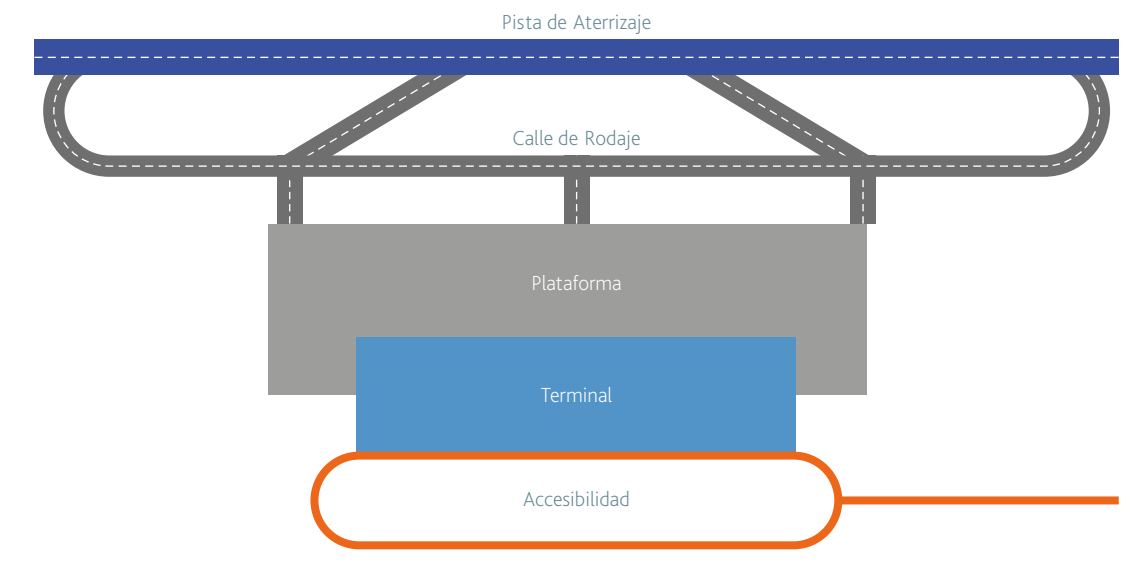
Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2022-2031

Demanda actual y déficit

Para analizar el déficit de capacidad existente, medido como la capacidad requerida versus la realmente ofertada, es necesario primero definir qué se entiende por capacidad y luego buscar una metodología para cuantificarla, elementos que se discuten a continuación.

Un aeropuerto se puede considerar como un proceso secuencial de varios componentes. Cada componente tiene su capacidad y el componente con menor capacidad define la capacidad del aeropuerto, similar al cuello de una botella. Los componentes principales de un aeropuerto se ilustran en la siguiente figura.

Figura 6.6: Componentes Básicos de la Oferta Aeroportuaria



Fuente: "Estimación de Oferta" (FDC, 2020a, p. 5)

4

Requerimientos y cuantificación del déficit 2022-2031

Resumen

La determinación del déficit futuro pasa por estimar la demanda de pasajeros de cada aeropuerto, que a su vez determinarán los requerimientos de superficie de los terminales. De la comparación del requerimiento de superficie y la oferta considerando las inversiones comprometidas, se llega a calcular la brecha entre oferta y demanda, estimando finalmente las inversiones adicionales para el periodo 2022-2031.

Las Tabla 6.5 presenta un resumen de la oferta y la demanda de terminales de pasajeros medidas en metros cuadrados de superficie, e indica aproximadamente cuando se requiere una inversión en infraestructura adicional en cada caso. La Tabla 6.6 compara la superficie adicional requerida entre las versiones del ICD 2018-2027 y el ICD actual.

Tabla 6.5: Estimación de requerimientos de superficie adicional por terminal

Código IATA	Aeropuerto	Superficie (m ²) 2022	Superficie (m ²) 2026	Superficie total requerida (m ²) 2026	Superficie total requerida (m ²) 2031	Superficie adicional requerida (m ²) 2026	Superficie adicional requerida (m ²) 2031	Año requerido de inversión
ARI	Arica	5.352	11.592	14.206	16.083	2.614	4.491	Inmediato
IQQ	Iquique	13.176	21.200	21.236	24.035	36	2.835	2025 - 2028
CJC	Calama	9.763	30.378	22.689	25.619	0	0	2037 - 2041
ANF	Antofagasta	9.500	9.500	24.996	28.167	15.496	18.667	Inmediato
IPC	Isla de Pascua	1.250	1.250	10.264	11.525	9.014	10.275	Inmediato
CPO	Copiapó	1.700	4.700	12.098	13.695	7.398	8.995	Inmediato
LSC	La Serena	4.364	13.550	17.381	19.339	3.831	5.789	Inmediato
SCL	Santiago	340.110	340.110	175.921	198.407	0	0	Después de 2050
CCP	Concepción	11.800	11.800	18.083	20.243	6.283	8.443	Inmediato
ZCO	Temuco	5.307	10.000	15.498	17.488	5.498	7.488	Inmediato
ZAL	Valdivia	2.200	2.200	8.725	9.880	6.525	7.680	Inmediato
ZOS	Osorno	2.150	8.000	6.599	7.472	0	0	2033 - 2036
PMC	Puerto Montt	16.586	20.000	19.786	22.022	0	2.022	2022 - 2029
MHC	Castro	1.000	5.000	4.483	5.076	0	76	2029 - 2032
BBA	Balmaceda	12.391	12.391	12.442	13.692	51	1.301	2025 - 2028
PUQ	Punta Arenas	12.368	16.014	17.598	19.601	1.584	3.587	2022 - 2024

Notas: En el caso del aeropuerto de Santiago se espera un requerimiento de infraestructura adicional entre los años 2030 - 2040, debido a la limitación en la operación de sus pistas (Ministerio de Obras Públicas, 2022, p. 9).
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, hay ocho aeropuertos que van a requerir infraestructura adicional en el corto plazo: Arica, Antofagasta, Isla de Pascua, Copiapó, La Serena, Concepción, Temuco y Valdivia.



La siguiente tabla compara las estimaciones del déficit de superficie de terminales del ICD actual y el ICD anterior.

Tabla 6.6: Comparación de estimaciones de superficie adicional requerida (en m²), ICD actual versus ICD 2018-2027.

Año	ICD 2018 - 2027	ICD 2022-2031	Variación
2022	15.830	79.449	402%
2023	20.393*	84.478	314%
2024	24.955*	74.437	198%
2025	29.518*	57.675	95%
2026	34.080*	58.330	71%
2027	38.643	62.714	62%
2028	42.213*	67.357	60%
2029	45.784*	72.047	57%
2030	49.354	76.787	56%
2031	52.924*	81.650	54%

Notas: Las cifras marcadas con asterisco (*) fueron calculadas con interpolación lineal.
Fuentes: Elaboración propia e "Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018 – 2027" (CChC, 2018, p. 140).

Se observa una diferencia muy grande en el corto plazo que va disminuyendo con el paso de los años, en la medida que se concretan proyectos de expansión comprometidos.

Las diferencias de superficie requerida están afectadas por las proyecciones de demanda total y en hora punta, y por la conversión a superficie requerida para satisfacer esa demanda de hora punta. En este sentido, hay algunos efectos que apuntan en direcciones contrarias para el cálculo de requerimientos:

- i. La pandemia del COVID-19 influye en que las proyecciones de demanda de pasajeros tengan un retraso de varios años para volver a alcanzar niveles del año 2019, y la curva de demanda de largo plazo vaya por debajo de un escenario sin COVID-19. De modo que con menos demanda, los requerimientos futuros de superficie debieran ser menores.
- ii. Se ha modificado la metodología empleada para estimar los pasajeros en hora punta (PHP), lo que conduce a requerimientos de superficie mayores en los aeropuertos regionales, hasta en un orden de 4 veces superior. Los requerimientos para aeropuertos grandes (básicamente Santiago) son muy similares a los de metodologías previas.
- iii. Los requerimientos de entrada en el año 2019 indican que la capacidad regional está superada, por lo que las nuevas inversiones programadas vienen a paliar la brecha que, sin embargo, continuará alta hasta que se ejecuten las inversiones del período 2022-2027, fecha en la cual los requerimientos todavía excederán en 60% a la proyección de superficie ofertada.

Independientemente del ritmo de las inversiones que se han venido ejecutando (mayores avances en Santiago y más lentas en regiones), al estimar los requerimientos con parámetros más exigentes, la merma de demanda del punto i) igualmente conduce a requerimientos mayores que los de estimaciones anteriores.

Las siguientes secciones presentan las proyecciones de demanda, oferta e inversiones que dan lugar a los resultados ya presentados en las tablas anteriores.

Proyecciones de demanda

Se generaron proyecciones de demanda anual hasta el año 2031 para cada aeropuerto a partir de una combinación de fuentes:

- Se utilizaron las últimas estadísticas JAC para establecer las tendencias históricas de demanda hasta 2021 (JAC, 2021);
- Se utilizó un estudio reciente de ICAO para establecer lo que podría ocurrir en el corto plazo (2022), considerando un escenario optimista y otro escenario pesimista (ICAO, 2022), a nivel agregado para pasajeros nacionales e internacionales;
 - En el escenario pesimista se considera la recuperación parcial de los niveles de demanda 2019, la que ocurre en los años 2022 y 2023. Desde ese punto, la curva de demanda crece a tasas tendenciales, desplazada notoriamente por debajo de la curva potencial sin COVID-19.
 - En el escenario optimista, la recuperación continúa en 2024 y 2025 acercándose más a los niveles de demanda 2019. La demanda de este escenario, si bien cercana a la curva potencial, se proyecta por debajo de un escenario sin COVID-19.
- Se aplicaron los cambios porcentuales estimados en el estudio “Plan Estratégico del Transporte Aéreo” (FDC, 2020c) para proyectar la demanda en el tiempo después del periodo de recuperación, a nivel agregado para pasajeros nacionales e internacionales;
- Para generar las proyecciones para cada aeropuerto, se aplicó la relación entre la demanda con pandemia y sin pandemia a nivel agregado para pasajeros nacionales e internacionales, utilizando como referencia las proyecciones sin pandemia de cada aeropuerto del estudio “Plan Estratégico del Transporte Aéreo” (FDC, 2020c).

La siguiente tabla muestra los resultados agregados de las proyecciones comparados con las proyecciones del “Plan Mejores Obras Para Chile 2050” (Ministerio de Obras Públicas, 2022) y las proyecciones del “Plan Estratégico del Transporte Aéreo” (FDC, 2020c). Se ve que las proyecciones propuestas están dentro del rango de las otras proyecciones. La proyección pesimista no es tan pesimista como algunas de las otras proyecciones. Las proyecciones propuestas representan escenarios, no límites de lo posible.

Tabla 6.7: Proyecciones del total de pasajeros llegados y salidos, nacional e internacional (millones)

Escenario	2017	2021	2050	Tasa compuesta de crecimiento anual 2021 - 2031	Fuente
Datos JAC	34	20			(JAC, 2021)
Plan Mejores Obras Para Chile 2050 (base)	32	20	130	6,6%	(Ministerio de Obras Públicas, 2022, p. 19)
Plan Mejores Obras Para Chile 2050 (plan)	32	20	109	6,0%	Obras Públicas, 2022, p. 19)
Proyección base Plan Estratégico del Transporte Aéreo (escenario 1)	34	43	162	4,7%	(FDC, 2020c, p. 14)
Proyección base Plan Estratégico del Transporte Aéreo (escenario 2)	34	20	117	6,2%	(FDC, 2020c, pp. 21, 22)
Proyección base Plan Estratégico del Transporte Aéreo (escenario 3)	34	20	110	6%	(FDC, 2020c, pp. 21, 22)
Proyección base Plan Estratégico del Transporte Aéreo (escenario 4)	34	20	152	7,2%	(FDC, 2020c, pp. 21, 22)
Proyección base Plan Estratégico del Transporte Aéreo (escenario 5)	34	20	143	7%	(FDC, 2020c, pp. 21, 22)
Escenario Optimista	34	20	154	7,2%	Steer a partir de (FDC, 2020c; ICAO, 2022; JAC, 2021)
Escenario Pesimista	34	20	127	6,6%	Steer a partir de (FDC, 2020c; ICAO, 2022; JAC, 2021)

*Nota: la tasa anual 2021-2031 ha sido asimilada de las proyecciones de largo plazo (2050) en las fuentes citadas
Fuentes: detalladas en la tabla*

Los resultados para cada aeropuerto se presentan en el anexo B. Se muestra la proyección de la demanda total en todos los casos menos el aeropuerto de Santiago, para el cual se presentan proyecciones separadas para los pasajeros internacionales y nacionales.

Proyección de la oferta y la demanda de los terminales de pasajeros

El siguiente paso de la estimación, es proyectar la superficie ofertada y la superficie demandada. Esta última, como producto de la proyección de demanda de pasajeros realizada en la sección anterior, la cual se encuentra de manera detallada en el Anexo C.

La superficie ofertada es la superficie del terminal de pasajeros, de acuerdo con los datos actuales y las inversiones de ampliación comprometidas. La superficie demandada se estimó según las proyecciones de demanda de pasajeros, aplicando la metodología PHP detallada anteriormente en la sección "Estimación de la capacidad requerida".

Los resultados son comparables a grandes rasgos con las proyecciones de oferta y demanda en el Plan Estratégico del Transporte Aéreo del JAC, específicamente el Anexo "A6_6 - Análisis de Equilibrio Oferta-Demanda" (FDC, 2020b, p. 123). Sin embargo, hay algunas diferencias, las cuales se deben a que las proyecciones de demanda aquí incorporan datos más recientes, al igual que algunas de las series de oferta.

Un elemento llamativo de las figuras anteriores, es que los aumentos de capacidad en los aeropuertos regionales llegan, en la mayoría de los casos, varios años después de que la capacidad ha sido superada, y una vez ampliados, rápidamente son superados nuevamente. Lo anterior indica que la oferta se está ajustando a la demanda, pero no necesariamente ofreciendo un mejor estándar para los usuarios desde el punto de vista de terminales. No obstante, las concesiones han seguido introduciendo mejoras en eficiencia, operación y servicios anexos a los usuarios.

Considerando las proyecciones de las superficies ofertadas y demandadas en cada aeropuerto, se elaboró un resumen de cuándo se espera que se supere la capacidad de cada terminal de pasajeros, que se muestra en la siguiente tabla. En los casos donde se espera que se supere la capacidad dos o más veces, los años mostrados en la tabla corresponden a los años en los cuales se espera que se supere la capacidad después de la ejecución de las inversiones de ampliación comprometidas.

Tabla 6.8: Cuándo se espera que se supere la capacidad de cada Terminal de Pasajeros

Código IATA	Aeropuerto	Año límite de capacidad (ICD 2018-2027)	Año límite de capacidad - proyección optimista (ICD actual)	Año límite de capacidad - proyección pesimista (ICD actual)
ARI	Arica	2021	Superada	Superada
IQQ	Iquique	2026	2025	2028
CJC	Calama	2020	2037	2041
ANF	Antofagasta	2023	Superada	Superada
IPC	Isla de Pascua	Superada	Superada	Superada
CPO	Copiapó	2020	Superada	Superada
LSC	La Serena	2019	Superada	Superada
SCL	Santiago	Superada	Después de 2050	Después de 2050
CCP	Concepción	2031	Superada	Superada
ZCO	Temuco	2022	Superada	Superada
ZAL	Valdivia	Superada	Superada	Superada
ZOS	Osorno	2019	2033	2036
PMC	Puerto Montt	2025	2022	2029
MHC	Castro	Superada	2029	2032
BBA	Balmaceda	Superada	2025	2028
PUQ	Punta Arenas	2026	2022	2024

Fuentes: Elaboración propia, y "Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018 – 2027" (CChC, 2018, p. 147)

Cabe mencionar que, si bien el Aeropuerto de Santiago tiene suficiente capacidad en sus terminales de pasajeros, la capacidad de sus pistas de aterrizaje podría verse superada en el mediano plazo, entre los años 2030 – 2040.

Proyectos de inversión en agenda MOP-Concesiones

Según la información oficial que presenta el MOP para sus concesiones en operación, construcción, y licitación (con presupuesto oficial), al año 2022 existen 12 proyectos de infraestructura aeroportuaria. La segunda concesión del aeropuerto Arturo Merino Benítez, si bien es el proyecto más grande considerando todas las obras incluidas, se encuentra casi completo con más de un 97% de avance (Dirección General de Concesiones, 2021h), y se espera la inauguración en el primer trimestre de 2022 (Dirección de Aeropuertos, 2022). La siguiente tabla muestra el detalle de los proyectos en curso.

Tabla 6.9: Presupuesto inversiones, MOP-Concesiones

Aeropuerto	Código IATA	Región	Etapas	Presupuesto por Ejecutar (MM US\$)	Superficie 2021 (m ²)	Superficie total proyectada (m ²)
Arica	ARI	Arica y Parinacota	Construcción	83	5.352	11.592
Iquique	IQQ	Tarapacá	Construcción	58	13.176	21.200
Calama	CJC	Antofagasta	Licitación 2021	137	9.763	30.378
Copiapó	CPO	Atacama	Licitación 2022	79	1.700	4.700
La Serena	LSC	Coquimbo	Adjudicado	59	4.364	13.550
Santiago	SCL	Metropolitana	Construcción	21	340.110	340.110
Temuco	ZCO	Araucanía	Licitación 2022	105	5.307	10.000
Osorno	ZOS	Los Lagos	Licitación 2022		2.151	8.000
Puerto Montt	PMC	Los Lagos	Licitación 2022	110	16.586	20.000
Castro	MHC	Los Lagos	Licitación 2022		1.000	5.000
Balmaceda	BBA	Aysén	Adjudicado	162	2.400	12.391
Punta Arenas	PUQ	Magallanes	Adjudicado		12.368	16.014
Total				814	414.227	492.935

Fuente: Elaboración propia utilizando datos MOP

Proyectos de conservación en agenda MOP-DAP

Según el programa de inversiones de la dirección de aeropuertos informado por MOP al 2021, se puede observar la evolución de los montos gastados en proyectos de conservación y mejoramientos de aeropuertos y aeródromos. La siguiente tabla muestra los totales de los presupuestos ejecutados por región.

Tabla 6.10: Ejecución de Presupuestos de Conservación y Mejoramiento de Aeropuertos y Aeródromos, por Región (millones de US\$)

Región	2018	2019	2020	2021
Arica y Parinacota	0,6	4,5	1,3	7,4
Tarapacá	5,2	5,7	3,7	2,4
Antofagasta	0,1	6,8	14,3	14,5
Atacama	0,2	0,1	2,3	2,8
Coquimbo	0,8	2,2	1,8	3,8
Valparaíso	0,9	0,8	1,4	10,6
Metropolitana	16,7	17,2	14,2	20,8
O'Higgins	0	0	0,8	0,5
Maule	0	0,1	1,5	1,1
Ñuble	0	0,5	1	1
Biobío	0,8	1	5,2	21,7
La Araucanía	0,6	1,4	1,7	5,1
Los Ríos	3,1	2,8	2,4	6,1
Los Lagos	4,3	7,1	10,3	12
Aysén	8,1	10,6	6,1	10,8
Magallanes	1,2	5,6	3,5	7,7
Total	42,6	66,4	71,4	128,3

Fuente: Elaboración propia utilizando datos MOP (Dirección de Planeamiento, 2020, 2021)

Se observa un aumento importante en el gasto en el año 2021. Esto se debe a la ley del "Fondo de Emergencia Transitorio COVID-19" (FET), que fue promulgada a fines de 2020, empezó a usarse el 2021, y llegará a su fin en 2022 (Biblioteca del Congreso Nacional, 2020, p. 1).

Tabla 6.11: Ejecución de Presupuestos de Conservación y Mejoramiento de Aeropuertos y Aeródromos, por Tipo de Fondos (millones de US\$)

Tipo de fondos	2018	2019	2020	2021
Normal	42,6	66,4	71,4	68,9
FET	0	0	0	59,4
Total	42,6	66,4	71,4	128,3

Fuente: Elaboración propia

Para proyectar el gasto en proyectos de conservación y mejoramiento en años futuros, se considerará el promedio del gasto anual con fondos normales entre 2018 – 2021: 62,3 millones de dólares anuales. Para el año 2022 únicamente se aplicará un factor de 1,87 para representar el efecto de la disponibilidad de los fondos FET.

Inversiones requeridas, sin proyecto oficial

Se supone que no se realizarán inversiones adicionales en el corto plazo (2022 - 2026) en aeropuertos que tienen actualmente proyectos o concesiones en la cartera de concesiones del MOP. Se considera que se podrían realizar tales inversiones adicionales en el periodo 2027 – 2031, en los casos donde se estima que aun existiría una brecha importante entre la superficie del terminal y la superficie requerida. Si bien en la práctica podría ser difícil concretar inversiones adicionales en tan poco tiempo, se incluyen las inversiones como indicador de la brecha entre la infraestructura ofertada y la infraestructura requerida. De otra forma, se podría subestimar la brecha que realmente existe según los estándares de servicio considerados y la metodología aplicada. Se han calculado los montos de inversión en terminales ocupando un costo promedio de US\$10.349 por metro cuadrado de terminal, incluyendo todas las obras relacionadas a la expansión de un terminal de pasajeros, en base a los datos disponibles sobre las inversiones actualmente comprometidas.

Tabla 6.12: Presupuesto inversiones requeridas para aeropuertos sin proyecto oficial (millones de US\$)

Categoría	2022-2026	2027-2031	Total
Inversiones requeridas, sin proyecto oficial	386	379	765

Fuente: Elaboración propia

Así, se llega a la estimación de 765 millones de US\$, lo que representa una inversión adicional de 51% con respecto a la comprometida en proyectos (1.491 millones de US\$).

Resumen de inversiones

La siguiente tabla ofrece un resumen de las inversiones requeridas, considerando los tres tipos de inversiones considerados en las secciones anteriores.

Tabla 6.13: Resumen de inversiones, período 2022-2031 (millones de US\$)

Categoría	2022-2026	2027-2031	Total
Inversiones comprometidas en agenda de concesiones	814	0	814
Inversión DAP	365	312	677
Inversiones en regiones, sin proyecto	386	379	765
Total	1.566	690	2.256

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra las inversiones requeridas desglosadas por región.

Tabla 6.14: Resumen de inversiones por región, período 2022-2031 (millones de US\$)

Región	Inversiones comprometidas				Estimación inversión adicional en regiones (Sin proyectos)		Total
	Agenda de Concesiones (DGC)		Dirección de Aeropuertos (DAP)		2022-2026	2027-2031	
	2022-2026	2027-2031	2022-2026	2027-2031			
Arica y Parinacota	83	0	15	13	0	46	157
Tarapacá	58	0	23	20	0	29	131
Antofagasta	137	0	43	36	160	0	376
Atacama	79	0	6	5	0	93	183
Coquimbo	59	0	10	9	0	60	138
Valparaíso	0	0	13	11	93	0	117
Metropolitana	21	0	87	74	0	0	182
O'Higgins	0	0	2	1	0	0	3
Maule	0	0	3	3	0	0	6
Ñuble	0	0	3	3	0	0	5
Biobío	0	0	27	23	65	0	115
La Araucanía	105	0	10	8	0	77	200
Los Ríos	0	0	17	14	68	0	99
Los Lagos	110	0	41	35	0	22	208
Aysén	119	0	45	38	0	13	215
Magallanes	43	0	21	18	0	37	120
Total	814	0	365	312	386	379	2.256

Fuente: Elaboración propia.

5 Conclusiones y Recomendaciones

El mercado del transporte aéreo de pasajeros es dinámico, de alto crecimiento y, a pesar del impacto del COVID-19, retomará la senda de crecimiento después de un periodo aún sujeto a incertezas.

El dinamismo de este mercado es reflejo de una población que viaja por negocios, estudios y turismo, en un mundo de comercio y servicios globalizados. En la medida que el país se desarrolla, también crecen los segmentos de la población que acceden a viajes tanto internacionales como nacionales. En este sentido, la infraestructura requerida a futuro no solo deberá cubrir la tendencia creciente de pasajeros, sino que también mejorar el estándar ofrecido a éstos junto con la imagen país que se desea construir. Si bien el ICD se centra en la infraestructura, es necesario señalar que la operación eficiente, la provisión de servicios rápidos y las gestiones al interior de los aeropuertos, son elementos también esenciales en los que se debe seguir avanzando.

El análisis del presente ICD muestra que, tomando en cuenta los perfiles de demanda chilenos (horas punta) y estándares internacionales de superficie por pasajero, los diseños de terminales requieren superficies mayores que en análisis previos, siendo recomendable introducir parámetros realistas, pero más exigentes a fin de ir mejorando el estándar ofrecido a los usuarios, los que se introducen en la metodología empleada en la presente versión del reporte.

Como se ha mostrado en las estimaciones de demanda y oferta, los planes de ampliación se han concentrado en Santiago, como consecuencia de su participación en el mercado chileno. Después de las ampliaciones comprometidas en las concesiones de Santiago, el cuello de botella no son los terminales, sino que las pistas de aterrizaje. En paralelo, la realidad regional está más atrasada, ya que, incluidas las inversiones comprometidas, la brecha de oferta de terminales y superficie requerida permanece amplia (60% de déficit a 2027).

Sería recomendable entonces, que las previsiones de demanda no den lugar a proyectos reactivos, es decir proyectos que comienzan a ejecutarse cuando la capacidad está ya superada, y que una vez completados, rápidamente vuelven a ser superados por la demanda futura. En su lugar, deberían permitir estructurar planes que disminuyan las brechas detectadas en el presente ICD con antelación, y que den soluciones más duraderas, mejorando el nivel de servicio al usuario en forma sostenida y fortaleciendo la imagen país.



Debido a las incertidumbres del impacto de largo plazo que provoca la pandemia, en este ICD se han hecho estimaciones de demanda que cubren el rango desde pesimista a optimista. Aún con estimaciones de la demanda a la baja, la brecha de demanda persiste, previéndose la necesidad de inversiones al menos 50% por sobre la de los proyectos actualmente comprometidos.

Es por tanto un desafío para la autoridad ampliar el número de proyectos regionales, por ejemplo, a través de nuevas concesiones, que recojan mejores indicadores de servicio, tanto de eficiencia de operación como de infraestructura requerida por la demanda proyectada. Si bien la irrupción del COVID-19 introduce un paréntesis en el crecimiento de la demanda, la introducción de parámetros más exigentes visibiliza las necesidades del mercado interno que también requieren más y mejores terminales a pesar de la baja en estimaciones de demanda.

En el ámbito institucional, es probable que existan oportunidades para hacer más eficiente la organización institucional del sector. En el estudio “Plan Estratégico del Transporte Aéreo” (FDC, 2020c, p. 9) se plantea:

- Generar una definición de la gobernabilidad aeroportuaria nacional. Por ejemplo, a través de un organismo estatal que tenga la autoridad de generar cambios y pueda administrar recursos públicos de otras reparticiones del Estado.
- Llegar a tener una única autoridad aeroportuaria como contraparte que defina una estrategia de desarrollo eficiente para el sector, a partir de una mirada global conjunta e integrada de este sistema de transporte.
- Chile no cuenta con un plan estratégico integral como país respecto del desarrollo y gestión eficiente de la industria del transporte aéreo en su conjunto. A nivel mundial, se pretende que el transporte aéreo este integrado a los otros sistemas de transporte y, en el caso de organismos internacionales como la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), exigen que existan formalmente este tipo de planes.
- Chile no cuenta con un diseño institucional general para el sector, es decir, una orgánica estatal definida; y hoy en día su funcionamiento se basa fundamentalmente en la voluntad de las entidades que tienen injerencia sobre él.

Del planteamiento anterior surge la recomendación de contar con una autoridad que tenga las herramientas institucionales para disminuir la complejidad del sistema aeroportuario, diseñar políticas, coordinar a los entes involucrados y servir de interlocutor con el sector privado, agilizando así el desarrollo y ejecución de nuevos y mejores proyectos.



252

chc

Anexo 6.1:

Metodología para el cálculo de pasajeros en hora punta y superficies requeridas

Cálculo de pasajeros en hora punta

Hay varias posibles definiciones de pasajeros en hora punta (IATA, 2014, p. 55), porque hay distintas horas punta en el año, desde la hora punta más extrema en el año (H1) hacia abajo. La elección de qué definición usar es una decisión de diseño. Las concesiones aeroportuarias nuevas en Chile ocupan dos definiciones de pasajeros de hora punta (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Obras Públicas, 2014, p. 97):

- La trigésima hora más congestionada (H30) para los aeropuertos internacionales
- La cuadragésima hora más cargada (H40) para los aeropuertos domésticos

El estudio "Plan Estratégico del Transporte Aéreo" incluyó la estimación de los parámetros requeridos para calcular los pasajeros en la hora punta a partir del total de pasajeros anual, utilizando datos de los aeropuertos de la red primaria de Chile de los últimos 5 años normales (2014 - 2018). Las fórmulas ocupadas son del siguiente tipo:

$$z = m * x^k \quad (1)$$

donde: z = pasajeros en hora punta; x = pasajeros anuales (llegados + salidos); m y k son parámetro estimados a partir de los datos.

La siguiente tabla detalla los valores de los parámetros m y k para distintos tipos de pasajero y distintos tipos de hora punta.

Tabla A.1: Parámetros para la estimación de la cantidad de pasajeros en la hora punta

Tipo de pasajero	Hora más cargada número	Variable	m	k
Nacional	30	H30N	2,564	0,454
Nacional	40	H40N	2,172	0,463
Internacional	30	H30I	0,413	0,582
Internacional	40	H40I	0,353	0,59
Total	30	H30T	1,764	0,482
Total	40	H40T	1,529	0,489

Fuente: (FDC, 2020b, p. 9)

Aquí ocuparemos la fórmula de H30T para los aeropuertos internacionales, y la fórmula H40N para los aeropuertos nacionales, demostrando que se ofrecerá un estándar más exigente en aeropuertos con operaciones internacionales. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para los años 2019, 2020 y 2021.

Tabla A.2: Pasajeros en hora punta (PHP) por aeropuerto 2019 - 2021

Código IATA	Aeropuerto	Pasajeros anuales	Pasajeros anuales	Pasajeros anuales	Pasajeros en hora punta	Pasajeros en hora punta	Pasajeros en hora punta
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
ARI	Arica	909.427	361.252	352.119	1.314	842	942
IQQ	Iquique	1.579.566	871.652	1.214.509	1.715	1.287	1.584
CJC	Calama	2.273.160	976.996	1.160.933	2.044	1.360	1.466
ANF	Antofagasta	2.173.389	1.096.183	1.413.985	2.000	1.438	1.675
IPC	Isla de Pascua	314.283	79.132	866	787	405	69
CPO	Copiapó	616.458	220.290	352.357	1.041	647	863
LSC	La Serena	1.260.780	628.488	909.459	1.538	1.100	1.317
SCL	Santiago	24.630.742	8.527.737	7.512.575	6.445	3.865	4.157
CCP	Concepción	1.664.824	717.670	966.077	1.759	1.172	1.448
ZCO	Temuco	1.028.340	409.080	454.958	1.320	861	1.044
ZAL	Valdivia	343.654	130.942	150.206	794	508	660
ZOS	Osorno	162.958	72.185	108.626	562	386	539
PMC	Puerto Montt	1.933.553	812.697	784.035	1.890	1.245	1.360
MHC	Castro	69.040	18.927	51.558	378	208	416
BBA	Balmaceda	681.565	259.855	251.809	1.091	698	833
PUQ	Punta Arenas	1.323.156	505.556	370.106	1.574	990	1.008

Fuente: Steer a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021) y parámetros del Plan Estratégico del Transporte Aéreo (FDC, 2020b, p. 9)

Dado que el cálculo de pasajeros en hora punta es proporcional al flujo de pasajeros anual, el rango que se obtiene para los valores de PHP varía ampliamente por aeropuerto. Así, para Santiago se estiman 6.445 pas/hr en el año 2019, mientras que le siguen los aeropuertos de Calama y Antofagasta con 2.000 pas/hr, mientras que el menor valor se verifica para Castro con 378 pas/hr. En los años 2020 y 2021 se deja ver el efecto de la pandemia que reduce notoriamente los valores de PHP.

Estimación de la capacidad requerida

La capacidad que un terminal aeroportuario requiere depende de la demanda y del nivel de servicio que se quiere ofrecer. Las definiciones de niveles de servicio utilizados en Chile son las del "Airport Development Reference Manual" (IATA, 2014, p. 202).

En el estudio "Plan Estratégico del Transporte Aéreo" (FDC, 2020b, p. 120) se comentan tres conjuntos de parámetros para los metros cuadrados de superficie de un terminal por cada pasajero en hora punta (PHP), las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla A.3: Estimaciones de las cantidades de metros cuadrados de superficie de un terminal de pasajeros requeridos por pasajero de hora punta (PHP)

Tipo de pasajero	Metros cuadrados por pasajero en hora punta (FDC)	Metros cuadrados por pasajero en hora punta (IATA)	Metros cuadrados por pasajero en hora punta (FAA)
Todos	-	-	14
Nacional	28,4	25	10
Internacional	31,1	35	25

Nota: Los parámetros de 10 m² por pasajero nacional y 25 m² por pasajero internacional han sido atribuidos al FAA por varias fuentes (CChC, 2016, p. 202; FDC, 2020b, p. 123), sin embargo se desconocen los detalles de la fuente original.

Fuentes: (FDC, 2020b, p. 121; Federal Aviation Administration, 1988, p. 58; IATA, 2014, p. 106).

Los valores FDC (28.4 m² / PHP nacional y 31.1 m²/PHP internacional) fueron estimados a partir de la modelación del flujo de pasajeros por los distintos componentes del terminal, y se refiere a estos valores como los de la "metodología detallada". Los valores IATA (25 m² / PHP nacional y 35 m² / PHP internacional) son aproximados y se sugieren como valores máximos que no se deberían exceder en el diseño de terminales (IATA, 2014, p. 106). Los valores FAA (10 m² / PHP nacional y 25 m² / PHP internacional) son los que se consideran más adecuados para uso en Chile como estándares mínimos que se deben considerar (FDC, 2020b, p. 123), y se refiere a estos valores como los de la "metodología agregada". Estos fueron los valores ocupados en la versión anterior del informe ICD (CChC, 2018, p. 136).

A partir de las visiones recogidas por las entrevistas con actores claves, así como de los datos recopilados de fuentes secundarias, se considera más apropiado el uso de la Metodología Agregada para el dimensionamiento de la infraestructura mínima. De esta manera, se cuenta con una base desde la cual se puede entregar libertad al concesionario al momento de diseñar, ya que el foco no debe estar en la cantidad de metros cuadrados de infraestructura, sino en los niveles de servicio que se entregan. (FDC, 2020b, p. 123)



254



Se puede combinar el parámetro de los metros cuadrados requeridos por pasajero de hora punta con la fórmula de pasajeros de hora punta, tal como se muestra a continuación.

$$A = n * z = n * m * x^k \quad (2)$$

donde: A = superficie requerida en metros cuadrados, z= los pasajeros en hora punta que se definieron en la expresión anterior, por lo que: n = metros cuadrados requeridos por pasajero en hora punta; x = pasajeros anuales (llegados + salidos); m y k = parámetro estimado a partir de los datos.

La siguiente tabla resume las fórmulas que se utilizarán. En el caso de los aeropuertos internacionales, se deben sumar los requerimientos de los pasajeros nacionales e internacionales para obtener la superficie total requerida.

Tabla A.4: Fórmulas para calcular la superficie requerida de un terminal de pasajeros

Tipo de pasajero	Aeropuerto Internacional	Aeropuerto Nacional
Internacional	$A = 25 * 0,413 * x^{0,582}$	-
Nacional	$A = 10 * 2,564 * x^{0,454}$	$A = 10 * 2,172 * x^{0,463}$

Fuente: Steer utilizando datos de varias fuentes (CChC, 2016, p. 202; FDC, 2020b, p. 123, 2020b, p. 9)

Ocupando las fórmulas de la tabla se calcularon las superficies mínimas requeridas en cada aeropuerto en el periodo 2019-2021. Los resultados se comparan con las superficies existentes, en la siguiente tabla.

Tabla A.5: Demanda y capacidad de terminales de pasajeros en la hora punta, 2019 – 2021

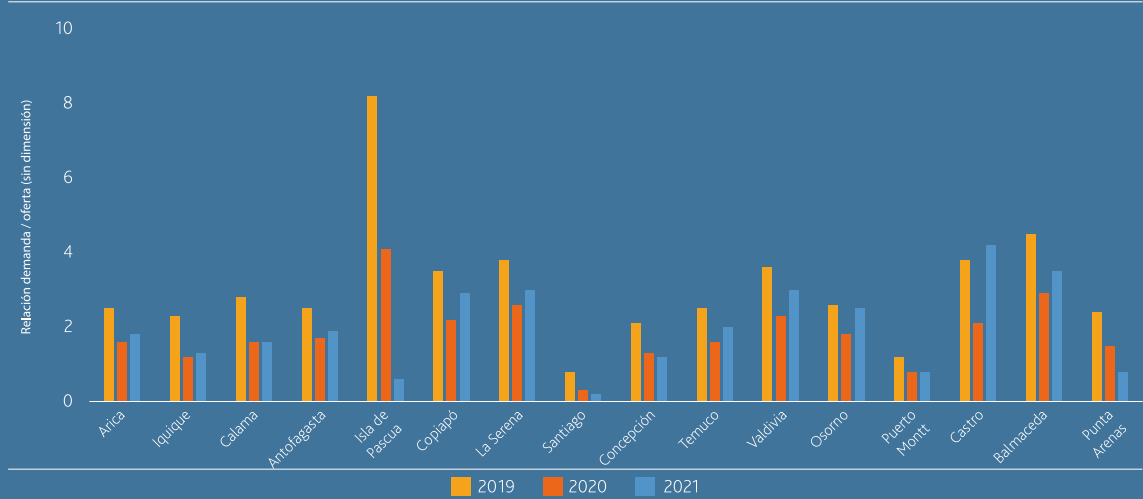
Código IATA	Aeropuerto	Superficie del terminal (m ²)			Superficie requerida (m ²)		
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
ARI	Arica	5.352	5.352	5.352	13.249	8.680	9.688
IQQ	Iquique	8.908	13.176	13.176	20.460	15.192	17.235
CJC	Calama	8.100	9.434	9.434	22.456	15.181	14.658
ANF	Antofagasta	9.500	9.500	9.500	23.712	16.358	18.014
IPC	Isla de Pascua	1.250	1.250	1.250	10.300	5.146	695
CPO	Copiapó	3.000	3.000	3.000	10.413	6.466	8.633
LSC	La Serena	4.364	4.364	4.364	16.717	11.188	13.172
SCL	Santiago	227.787	294.000	340.110	173.879	90.076	83.603
CCP	Concepción	8.209	10.500	11.800	17.645	13.866	14.469
ZCO	Temuco	5.307	5.307	5.307	13.197	8.612	10.441
ZAL	Valdivia	2.200	2.200	2.200	7.945	5.082	6.597
ZOS	Osorno	2.150	2.150	2.150	5.624	3.858	5.395
PMC	Puerto Montt	15.900	15.900	16.586	18.526	12.508	13.601
MHC	Castro	1.000	1.000	1.000	3.779	2.076	4.157
BBA	Balmaceda	2.400	2.400	2.400	10.909	6.980	8.325
PUQ	Punta Arenas	7.000	7.000	12.368	16.871	10.605	10.076

Fuentes: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021), parámetros del Plan Estratégico del Transporte Aéreo (FDC, 2020b, p. 9), datos de superficies de los terminales DAP y DGC (Dirección de Aeropuertos, 2018, 2020a, 2021; Dirección General de Concesiones, 2021a, 2021b, 2021c, 2021f, 2021e, 2021d, 2021g)

Para el período 2019-2021, únicamente el aeropuerto de Santiago ofrece suficiente capacidad del terminal gracias a su reciente expansión. En los aeropuertos regionales la situación es distinta. En el año 2019, ninguno de ellos poseía mayor superficie de terminales que la capacidad requerida, mientras que para los años 2020 y 2021, las superficies requeridas disminuyen por efecto de la pandemia.

Los aeropuertos de Puerto Montt y Punta Arenas cubren los requerimientos 2020-2021, pero esta situación es transitoria, ya que cuando se recupere el nivel de demanda 2019, se volverá a estar por debajo de los requerimientos de superficie. Los aeropuertos de Isla de Pascua, Balmaceda, La Serena y Castro presentan déficits altos, ya que, a pesar de la reducción de demanda, exhiben una razón entre capacidad requerida y existente sobre 4. La siguiente figura presenta la razón entre capacidad requerida y existente. Cabe notar que una razón igual a 1 significa capacidad equilibrada con su demanda.

Figura A.1: Resumen de las relaciones entre las capacidades demandadas y las capacidades ofrecidas en cada aeropuerto, 2019 – 2021



Fuentes: Elaboración propia a partir de datos de los Informes Estadísticos Mensuales del Tráfico Aéreo (JAC, 2021), parámetros del Plan Estratégico del Transporte Aéreo (FDC, 2020b, p. 9), datos de superficies de los terminales DAP y DGC (Dirección de Aeropuertos, 2018, 2020a, 2021; Dirección General de Concesiones, 2021a, 2021b, 2021c, 2021f, 2021e, 2021d, 2021g)

En el informe ICD anterior (CChC, 2018, p. 136) se comentó que en 2017 habían 4 aeropuertos que habían superado su capacidad: Isla de Pascua, Valdivia, Castro, Balmaceda; y que habían 3 más al borde de superar su capacidad: Copiapó, La Serena y Osorno. En 2019 la situación se ve bastante más aguda, ya que todos los aeropuertos menos Santiago habrían superado su capacidad. Sin embargo, cabe señalar que hay una diferencia metodológica entre el análisis presentado aquí y el análisis del informe ICD anterior: las definiciones utilizadas para la demanda son distintas, ya que el informe ICD 2018-2027 utilizaba "pasajeros en una hora punta típica (TPHP por sus siglas en inglés), con factores basados en datos de EE.UU., y el análisis actual ocupa pasajeros en la hora punta (PHP), con factores basados en datos de Chile, y con las definiciones detalladas anteriormente. Ambas medidas se pueden expresar como porcentajes de la cantidad de pasajeros anuales, y la siguiente tabla muestra la comparación.

Tabla A.6: Comparación entre TPHP y PHP como porcentajes de la demanda anual

Categoría	Rangos de demanda Millones de pasajeros anuales (x)	Pasajeros en hora punta (% año 2019)		Relación PHP/TPHP	Número de aeropuertos en esta categoría en 2019
		Metodología TPHP usada en ICD 2018-2027	Metodología PHP usada en ICD 2022-2031		
1	< 0,09	0,12%	0,49%	4,05	1
2	0,09 – 0,49	0,065%	0,31%	4,75	3
3	0,49 – 0,99	0,05%	0,16%	3,21	3
4	0,99 – 9,99	0,04%	0,09%	2,18	8
5	9,99 – 19,99	0,035%	0,04%	1,01	0
6	> 19,99	0,03%	0,02%	0,7	1

Fuentes: "Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018 – 2027" (CChC, 2018, p. 136), "A6_6 - Análisis de Equilibrio Oferta-Demanda" (FDC, 2020b, p. 32), "Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities AC 150/5360-13" (Federal Aviation Administration, 1988, p. 16).

Al aplicar ambas metodologías, la relación TPHP/PHP muestra un valor cercano a 1 solo para la categoría 6 (aeropuerto de Santiago). Para los aeropuertos regionales contenidos en las categorías 1 a 4, la medida PHP es entre 2 y 5 veces mayor que la medida TPHP, lo que explica el requerimiento mayor de capacidad que se calcula en el presente ICD. Los factores TPHP y PHP son tan distintos en parte, debido a las distintas fuentes de datos utilizados (EE.UU. y Chile, respectivamente), y en parte, debido a diferencias en la definición de lo que significa "punta". Las definiciones de H30 y H40 utilizadas en Chile representarían a horas punta bastante más severas (solamente habrían 30-40 horas punta peores en todo el año) que las horas punta "típicas" representadas por la TPHP. Se recomienda utilizar los factores PHP por las siguientes razones:

- Son consistentes con las definiciones utilizadas en las concesiones recientes.
- Los factores relacionados están basados en datos recientes de Chile.
- Su uso implica diseñar la infraestructura para entregar un mejor nivel de servicio a las personas.

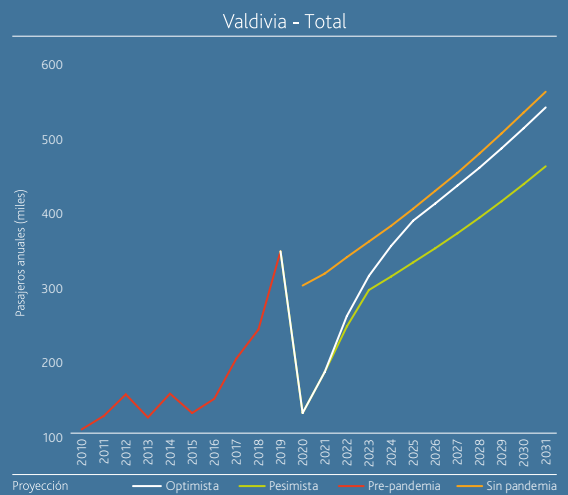
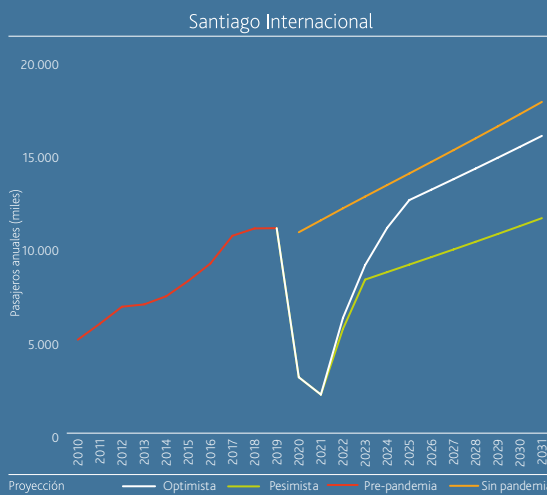
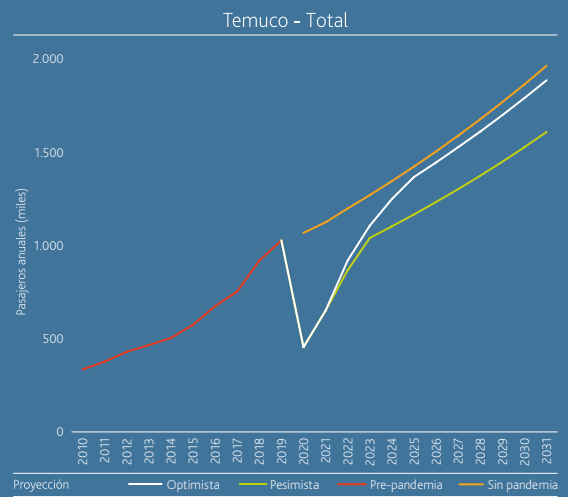
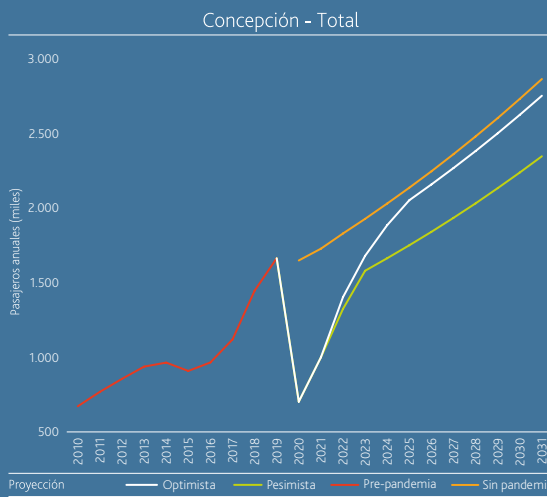
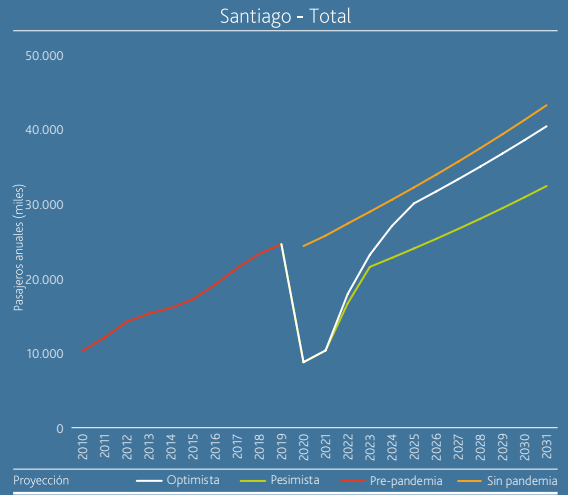
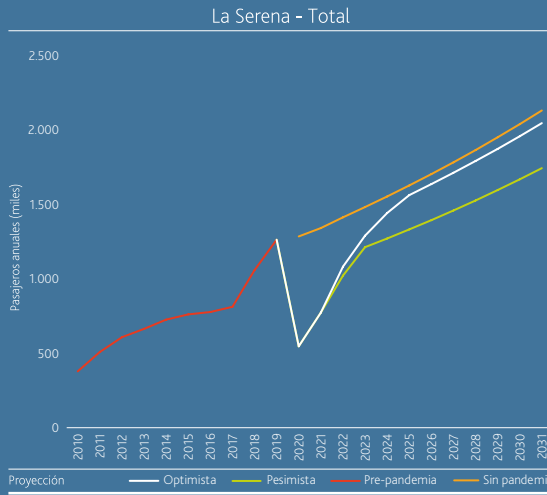


ccbc

Anexo 6.2:

Proyecciones de demanda por aeropuerto

Proyecciones de demanda, Aeropuertos: La Serena, Santiago (nacional e internacional), Concepción, Temuco y Valdivia





262

chc

Anexo 6.3:

Proyecciones de la oferta y demanda de los terminales de pasajeros

Figura 11: Proyecciones de superficie ofertada y demandada, Aeropuertos: Arica, Iquique, Calama, Antofagasta, Isla de Pascua y Copiapó

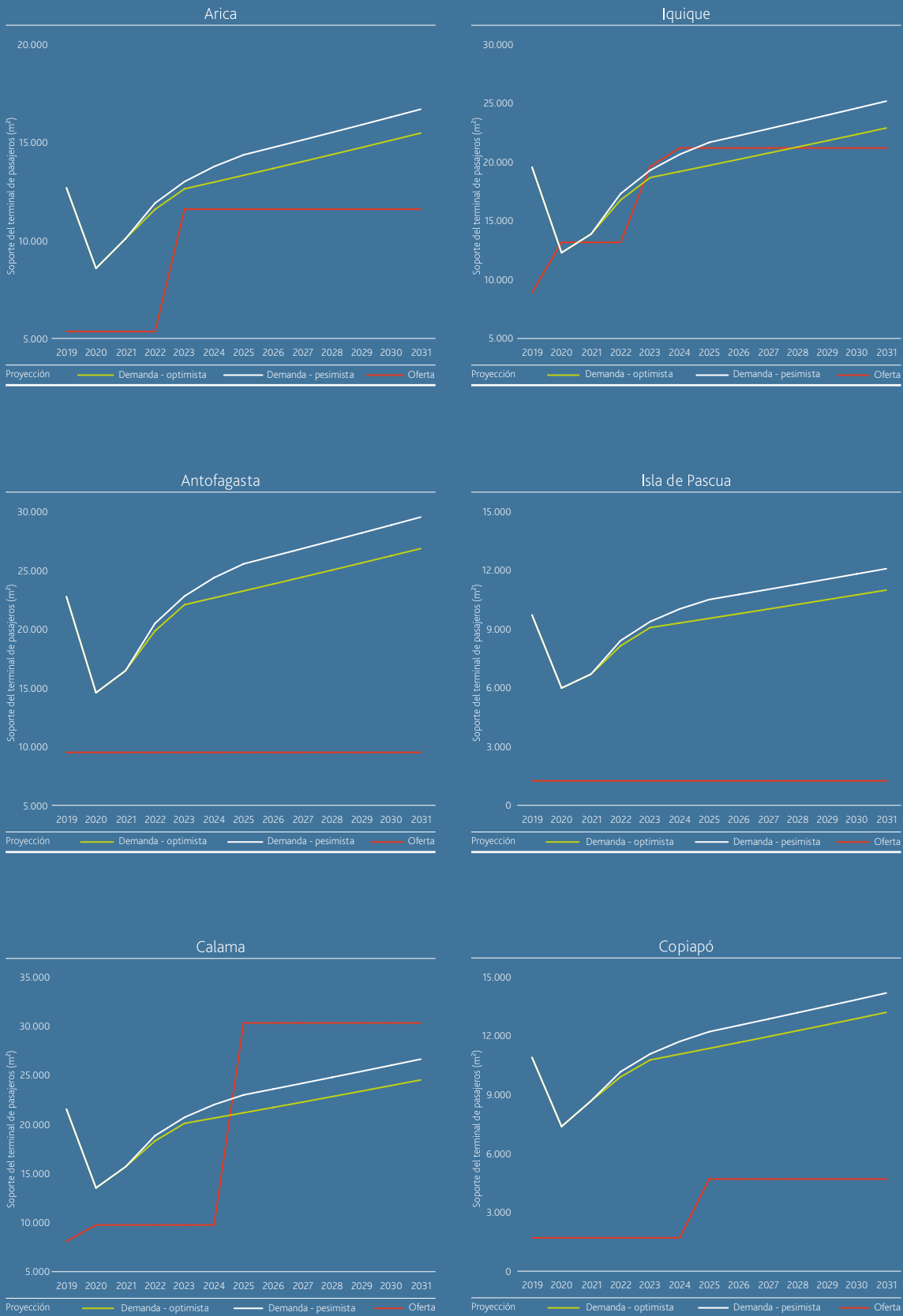


Figura 12: Proyecciones de superficie ofertada y demandada, Aeropuertos: La Serena, Santiago, Concepción, Temuco y Valdivia

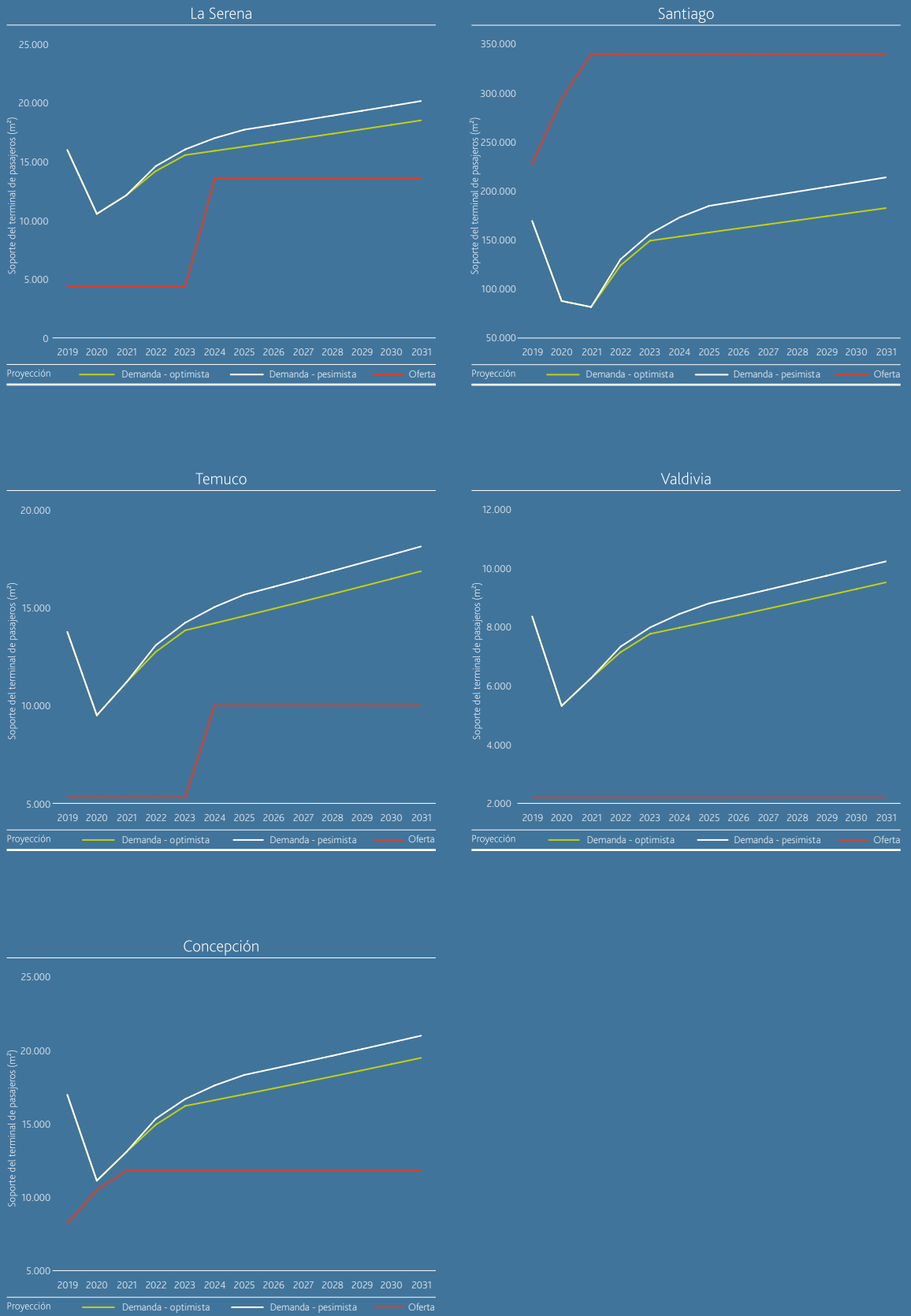
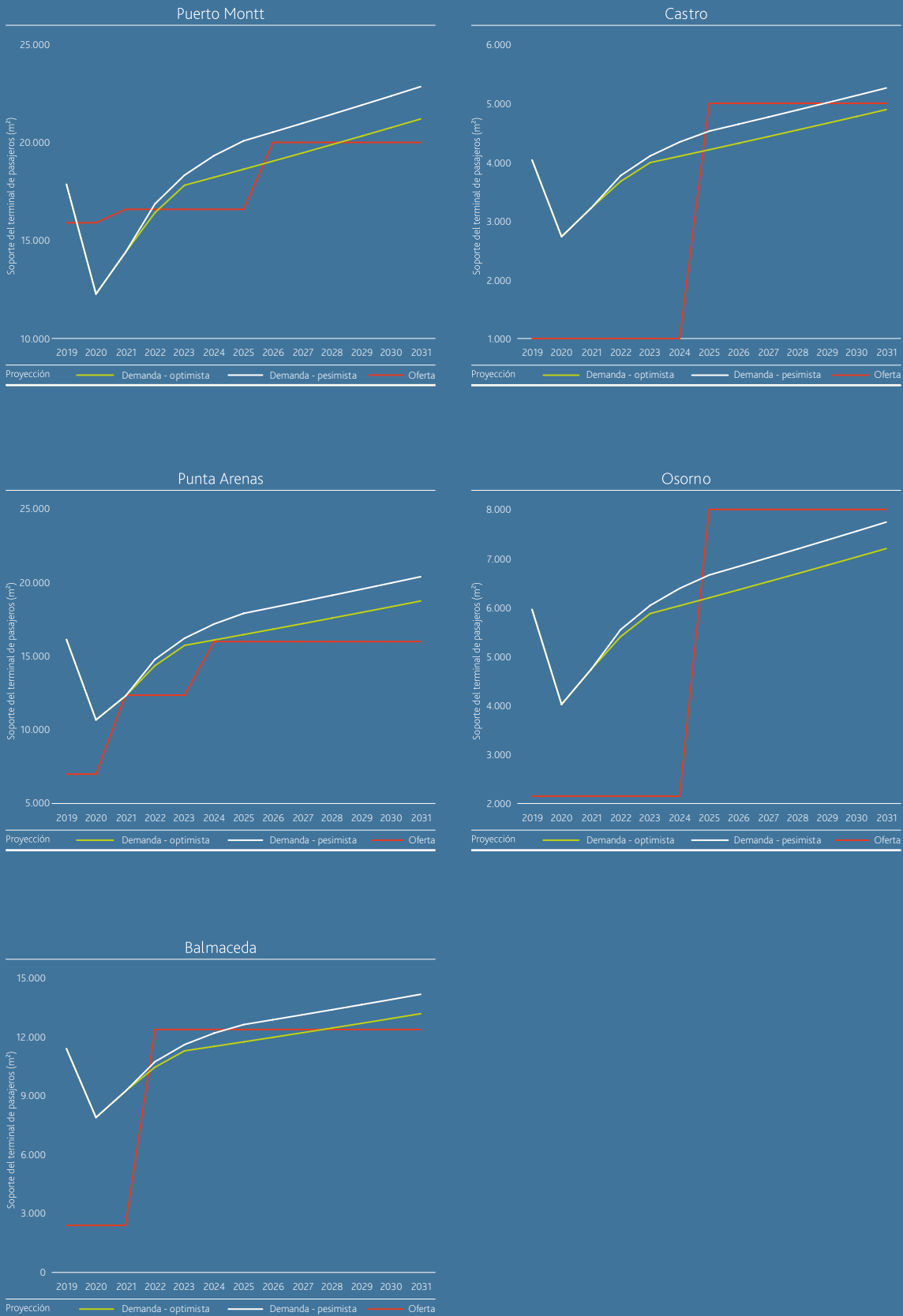


Figura 13: Proyecciones de superficie ofertada y demandada, Aeropuertos: Osorno, Puerto Montt, Castro, Balmaceda y Punta Arenas







Capítulo 7

Puertos

1

Resumen ejecutivo

El desarrollo portuario es fundamental en el crecimiento del país ya que permite el intercambio de carga tanto a nivel nacional como con otros países. La infraestructura portuaria es uno de los factores determinantes en este ámbito y, por esto, surge la necesidad de desarrollar un análisis y seguimiento de su inversión.

Para satisfacer esta necesidad, el presente capítulo comienza realizando una comparación entre los indicadores de desarrollo portuario del país en relación con el resto del mundo. Posteriormente se analiza la situación actual, con especial énfasis en los volúmenes de carga transferida a través de los años, los viajes entre puertos nacionales y los niveles de infraestructura disponibles. Finalmente, son cuantificadas las inversiones que el país tendrá en este rubro.

Dentro de los principales hallazgos del análisis destacan que los indicadores portuarios de Chile son superiores a países latinoamericanos, pero aún inferiores a países desarrollados de la OCDE. En este sentido, el mejoramiento de infraestructura de acceso a los puertos por vía terrestre es fundamental. En cuanto a la carga transferida, existió una disminución del volumen los años 2019, debido principalmente a la guerra comercial entre China y EE. UU. y 2020, producto de los efectos económicos de la pandemia de COVID-19. De la misma forma, se evidencia un aumento de la carga en el Puerto de San Antonio a diferencia de los demás puertos del país, que han mantenido un volumen de carga constante o menor al de años anteriores. Respecto a las inversiones, en los próximos diez años se espera que correspondan a 4.224 millones de US\$ en infraestructura portuaria, asociadas al proyecto de Puerto Exterior y el aumento de demanda en la carga transportada.

Es necesario promover proyectos de infraestructura portuaria que aumenten la capacidad de transferencia, implementar nuevos terminales y generar ampliaciones que permitan atender naves de mayor tamaño. También es aconsejable avanzar en infraestructura resiliente ante eventos naturales que paralizan la operación del sector portuario como marejadas y terremotos. Por último, deben seguir incentivándose medidas que favorezcan la intermodalidad entre distintos modos involucrados en la cadena logística para así generar una red aún más integrada. En la siguiente tabla se resume, por zona del país, las próximas inversiones portuarias en el periodo 2022-2031.



268



Tabla 7.1: Resumen inversiones en infraestructura portuaria 2022-2031 (millones de US\$)

Zona	ICD 2022-2031		
	2022-2026	2027-2031	2022-2031
Norte	117,5	-	117,5
Centro	692,2	3.338,8	4.031
Sur	38,4	37,2	75,6
Total	848,1	3.376	4.224,1

Fuente: Elaboración propia.

2

Reseña del sector

Panorama internacional

De acuerdo con la última publicación del Transport Outlook del año 2021 del International Transport Forum (ITF), se espera que el transporte de carga crezca a una menor tasa que la proyectada en ediciones anteriores. Esto, debido principalmente a los efectos económicos en el PIB mundial y la caída en el intercambio comercial entre países producto de la pandemia de COVID-19. En efecto, de acuerdo con las proyecciones del ITF, el transporte de carga crecerá a una tasa de 2,7% anual hacia el año 2050 en vez del 3,4% anual proyectado en ediciones anteriores.

El transporte marítimo de carga -según esta misma fuente- continuará siendo el principal modo de transporte a nivel mundial, representando el 70% de la carga movilizada y siendo aún más dominantes en el transporte relacionado con la importación y exportación a largas distancias, donde su participación será superior al 90%, lo que indica la importancia que mantienen los puertos para el comercio internacional.

Los sectores logísticos y de comercio exterior también se vieron impactados por los efectos de la pandemia de COVID-19. De acuerdo con datos de la CEPAL, el año 2019 se registró una cifra histórica para el sector con 11.945 millones de toneladas movilizadas a nivel mundial por vía marítima, mientras que el año 2020 se observó una caída de un 3,8% en el comercio internacional en relación con el año anterior.

Según a un estudio publicado por CEPAL¹, los principales efectos de la pandemia de COVID-19 fueron los siguientes:

- La rápida propagación del virus por el mundo y las medidas de restricción adoptadas por los gobiernos, tuvieron importantes consecuencias económicas para los países. El cierre de fronteras y la paralización de gran parte de las actividades productivas, primero en Asia y posteriormente en Europa, Latinoamérica y el resto del mundo, provocó una caída del comercio mundial en los primeros seis meses del año 2020, en comparación al mismo período del año anterior.
- La caída en el comercio internacional fue mayor en América Latina, al igual que su recuperación, en comparación con otras economías como China, que logró un rápido control del COVID-19.
- En el caso de Latinoamérica, la región tuvo una baja del 4% en el año 2020 en comparación con el año anterior en el comercio marítimo por contenedores, considerando importaciones y exportaciones, en donde la mayoría de los países mostraron resultados negativos con excepción de Puerto Rico, Ecuador, Brasil y Guatemala.
- La pandemia COVID-19 dejó en evidencia problemas existentes de larga data en la región como falta de infraestructura, mala regulación y problemas para la facilitación del comercio internacional que podrían afectar una rápida recuperación post pandemia.

¹ Boletín FAL 836: Informe portuario 2020: el impacto de la pandemia del COVID-19 en el comercio marítimo, transbordo y throughput de los puertos de contenedores de América Latina y el Caribe
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46979/1/S2100302_es.pdf



A pesar de los impactos que tuvo la pandemia en el comercio internacional durante el año 2020, ya se pueden observar señales de recuperación a nivel mundial. De acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) en su Global Trade Update de mayo de 2021², durante el primer trimestre de 2021 se registró un aumento del 10% en el comercio mundial en comparación con el mismo trimestre del año 2020 y un 4% de aumento en comparación con el trimestre anterior, alcanzando niveles similares a los observados previo a la pandemia.

Esta recuperación se debe principalmente a los buenos resultados mostrados por las exportaciones provenientes de las economías de Asia oriental, cuyo buen manejo de la pandemia les permitió recuperarse más rápido que el resto de los países. En particular, las exportaciones de China mostraron un fuerte aumento, incluso por sobre los niveles previos a la pandemia (en el primer trimestre de 2021 las exportaciones de China aumentaron un 25% en comparación con el mismo semestre del año 2019).

En el caso de Latinoamérica, si bien se observa una recuperación, todavía no se alcanzan los niveles pre pandemia.

El informe también prevé que el comercio internacional continuará creciendo durante el año 2021 impulsado especialmente por las economías de Asia oriental y los países desarrollados. Sin embargo, las expectativas de crecimiento dependen en gran medida de la reducción en las restricciones asociadas al COVID-19 y una mejora en las condiciones económicas, por lo que todavía sigue existiendo cierto grado de incertidumbre en cuanto a la recuperación.

Puertos chilenos

Existen diversos indicadores a nivel internacional que permiten evaluar a los puertos chilenos en comparación con el resto de los puertos a nivel mundial. En versiones anteriores del Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo, se ha revisado la evolución de Chile en el Índice de Competitividad publicado por el Foro Económico Mundial en donde se observa que, de acuerdo con el reporte 2017-2018³, el país se mantiene en el ranking general en el puesto 33, sin embargo, ha disminuido su competitividad en el sector portuario y aeroportuario.

Si bien el ranking del Foro Económico Mundial es un buen indicativo del estado del sector portuario chileno en comparación con el resto de los países, este no ha sido actualizado por lo que se revisaron otros indicadores para complementar la visión del estado de los puertos chilenos.

Uno de ellos es el Logistics Performance Index (LPI), del Banco Mundial que mide el desempeño del comercio exterior de los países, identificando desafíos y oportunidades de mejora de su logística. El LPI es un indicador de desempeño que va de 0 a 5 puntos y es construido por el Banco Mundial a partir de datos de encuestas a profesionales del sector, estableciendo un ranking de países en base a 6 dimensiones, entre las cuales se encuentra la infraestructura para el transporte y el comercio del país.

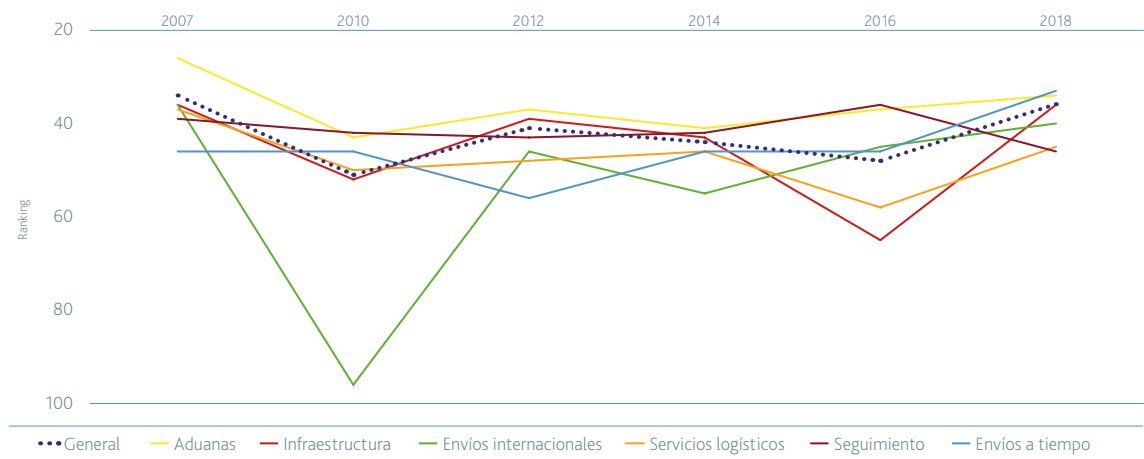
² https://unctad.org/system/files/official-document/ditcinf2021d2_en.pdf

³ World Economic Forum. The Global Competitiveness Report. 2017-2018

En los últimos 10 años se ha observado una mejoría en el indicador global de Chile pasando del puesto 49 al 34 entre 160 países. En el caso del indicador de infraestructura⁴, Chile también ha mejorado pasando del puesto 50 al 34 en los últimos 10 años.

En la siguiente figura se muestra la evolución del ranking general y de cada una de las componentes del LPI entre el año 2007 y 2018 para Chile.

Figura 7.1: Evolución del ranking general y de cada una de las componentes del LPI de Chile, 2007 – 2018

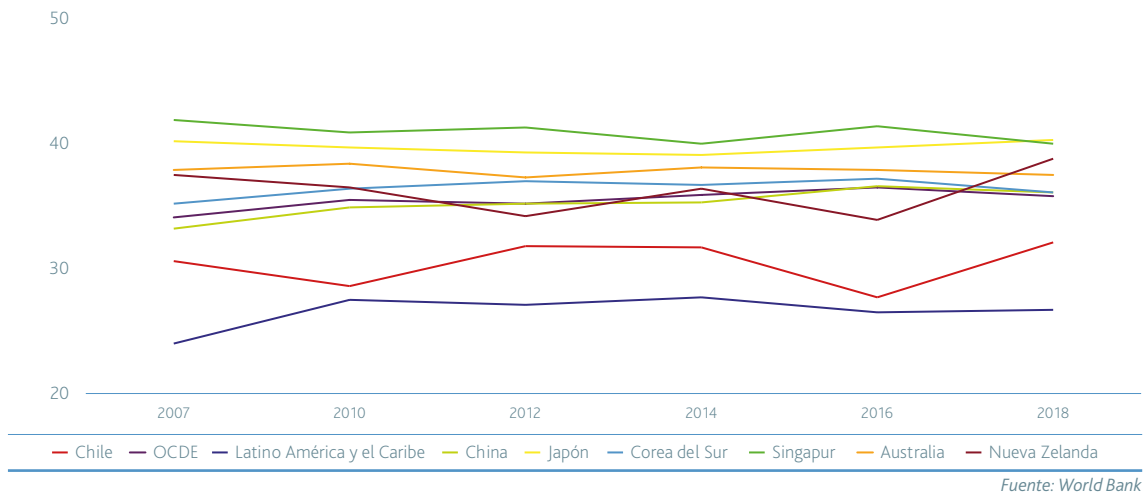


Fuente: The World Bank.

En cuanto al indicador de infraestructura del LPI, Chile alcanzó un promedio de 3,21 el año 2018, por encima del promedio de Latinoamérica que es cercano a un 2,5. Sin embargo, aún existe una distancia considerable con los países más desarrollados de la OCDE (3,7) y del Asia-Pacífico (sobre 4).

⁴ En el caso del indicador de infraestructura se consultó a un grupo de expertos representantes de los principales socios comerciales respecto de la infraestructura del país. Dado que, en el caso de Chile aproximadamente el 95% del comercio internacional se realiza a través de los puertos del país, la evaluación de la infraestructura está fuertemente asociada a la infraestructura portuaria.

Figura 7.2: Evolución de Chile en el indicador LPI de infraestructura en comparación con otros países



Los principales desafíos de los puertos chilenos, de acuerdo con la opinión de distintos expertos⁵ son, en primer lugar, mejorar la infraestructura relacionada con los accesos a los recintos portuarios, la que actualmente no permite el tránsito eficaz de los camiones que se dirigen a dejar/retirar carga de los puertos. Un segundo desafío surge a partir del incremento de las marejadas y condiciones climáticas adversas, producto del cambio climático, que han provocado un aumento en el número de días de cierre de los terminales.

A partir de estos desafíos, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) desarrolló en el año 2013 el Plan Nacional de Desarrollo Portuario el cual busca orientar la planificación y el desarrollo de los puertos de uso público del país a través de una mejora de la infraestructura tanto dentro del recinto portuario como en su accesibilidad. En el año 2017 se actualizó al Plan Nacional de Accesibilidad Vial Portuaria, cuyo objetivo es ser un aporte a la coordinación entre organismos públicos y privados, entregando información actualizada sobre los proyectos y sus alcances. En el año 2019 se incorporaron los proyectos de accesibilidad ferroviaria mientras que, a partir del año 2020 se incorporaron los proyectos de Zonas de Apoyo Logístico.

Los proyectos considerados como parte del Plan para el año 2021 incluyen:

- Todos los puertos de uso público del país consideran, a lo menos, un proyecto de mejoramiento de los accesos viales al puerto y la mayoría de los proyectos se encuentran en etapas iniciales como estudios de pre factibilidad, licitación o se encuentran en búsqueda de financiamiento.
- Solo los puertos de Arica, Coquimbo, San Antonio y San Vicente cuentan con proyectos de conectividad con el modo ferroviario, mientras que el resto de los puertos no cuentan con este tipo de proyectos o se encuentran detenidos a la espera de mejores condiciones para su materialización.
- Existen 3 proyectos de desarrollo de Zonas de Apoyo Logístico en Arica, Antofagasta y San Antonio, sin embargo, en el caso de Arica el proyecto se encuentra detenido.

⁵ <https://www.infraestructurapublica.cl/desarrollo-portuario-en-chile/>

En general, existe un alto número de proyectos detenidos debido, principalmente, a los efectos económicos que ha generado la pandemia de COVID-19.

Por otro lado, el MTT ha impulsado la Red Logística de Gran Escala (RLGE) que consiste en un conjunto de recursos de infraestructura portuaria, vial, ferroviaria y de logística terrestre, de equipos de transporte y manipulación de carga, de sistemas de información y comunicación, de recursos humanos y procesos, ideados para el servicio eficiente y seguro de transporte de carga a través de los puertos de carga general de la Macrozona Central de Chile, dentro de los cuales se encuentra el proyecto Puerto Exterior - también conocido como Puerto de Gran Escala (PGE) o Megapuerto – el cual permitirá absorber la demanda proyectada para los puertos de la Región de Valparaíso que se espera alcance los 8,6 millones de TEUs⁶ hacia el año 2045.

El año 2018 se definió que el PGE será construido en el Puerto de San Antonio, con una inversión de 3.500 millones de US\$ y considera la operación de dos terminales que en conjunto permitirán ampliar la capacidad de transferencia del puerto en un total de 6 millones de TEUs al año, pasando de una capacidad de 3 millones de TEUs a 9 millones de TEUs⁷. El inicio de la construcción está planificado para el año 2022 y se espera que la primera etapa de construcción del proyecto concluya en el año 2031 permitiendo que las primeras naves empiecen a ser recibidas a partir del 2030. La puesta en servicio del proyecto se concretará en etapas en la medida que los distintos sitios y terminales portuarios vayan entrando en operación, lo que se podría prolongar por aproximadamente 12 años⁸.

⁶ TEU = contenedores, expresado como unidad equivalente de 20 pies

⁷ <https://www.delfingroupco.com/san-antonio-gana-carrera-por-mega-puerto-y-se-consolida-como-terminal-principal/>

⁸ <https://www.puertosanantonio.com/inicio-y-duracion-del-proyecto>



3

Situación actual

Los puertos de nuestro país, dada nuestra ubicación geográfica con más de 4.000 km de litoral, presentan una ventaja competitiva respecto a los puertos de Latinoamérica, al permitir una mejor conectividad hacia los mercados de Asia, América y Europa.

Actualmente, más del 93% de la carga de comercio exterior es movilizada por vía marítima, lo que deja en evidencia la importancia de este sector para el desarrollo económico de nuestro país. Generar infraestructura portuaria y de accesibilidad a ella se vuelve relevante para lograr eficiencia y eficacia en toda la cadena de comercio exterior, requerimientos que forman parte de los objetivos estratégicos del país.

Carga transferida

De acuerdo con datos de DIRECTEMAR, durante el año 2020 se movizaron 137,5 millones de toneladas por los puertos del país. Del total de carga transferida, el 46% corresponde a exportaciones, el 39% a importaciones y el 15% a cabotaje.

En la siguiente figura se muestra la carga transferida por los puertos del país entre los años 2013 y 2020, en donde se observa una importante disminución en la carga transferida en los últimos dos años.

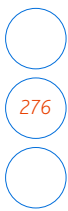
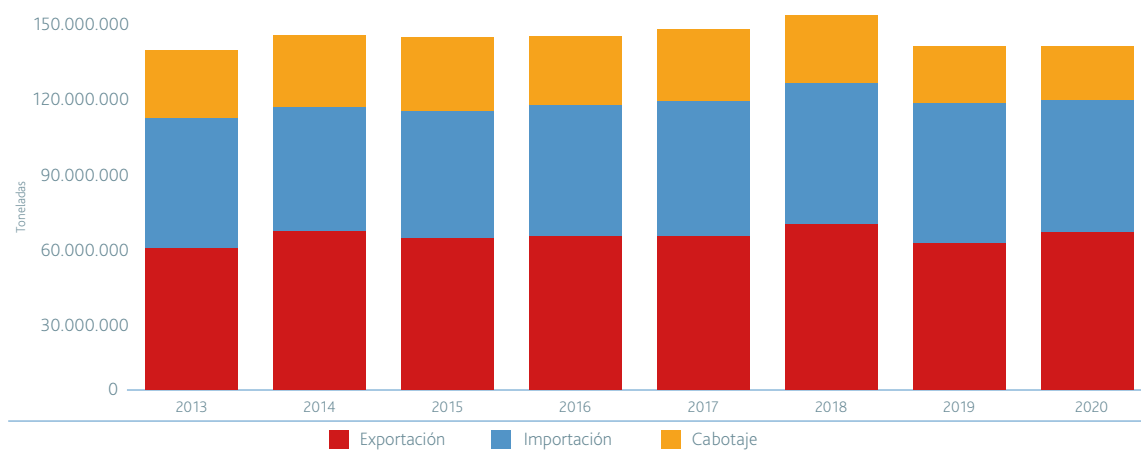


Figura 7.3: Evolución de la carga transferida por los puertos del país, 2013 – 2020

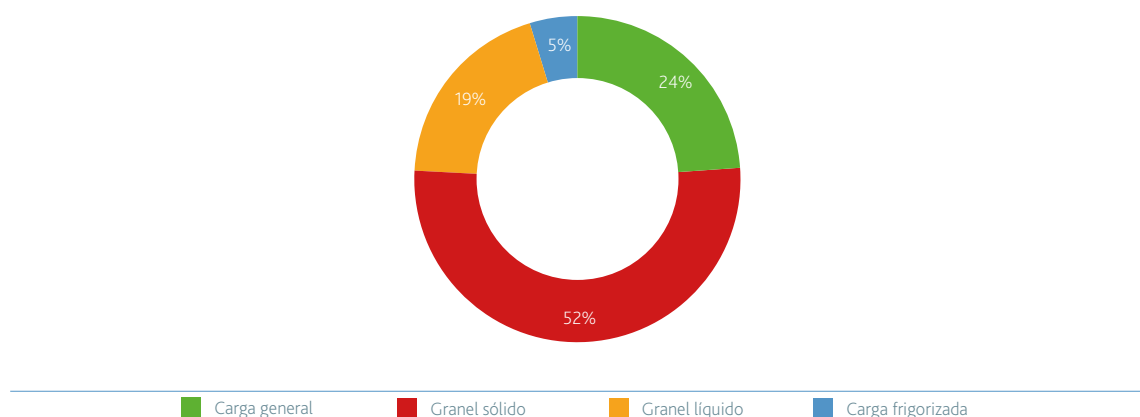


Fuente: Elaboración propia con datos de DIRECTEMAR

En efecto, durante el año 2019 los efectos de un menor crecimiento económico chileno y mundial, producto de la incertidumbre global generada por la guerra comercial entre China y Estados Unidos, la salida de Reino Unido de la Unión Europea, entre otros factores produjeron que el comercio exterior se contrajera un 7,4% en comparación con el año 2018⁹. Estos efectos se vieron profundizados durante el año 2020 debido a los efectos de la pandemia de COVID-19.

El principal formato de la carga corresponde a granel sólido, que representa el 52% de la carga movilizada por el país y está fuertemente ligada a la industria minera del norte. La carga general (especialmente contenedores) representa el 24% y es movilizada principalmente por los puertos de las regiones de Valparaíso y Biobío. El granel líquido representa el 15% de la carga transferida y corresponde principalmente a importación de ácido sulfúrico (utilizado como insumo en la industria minera) y combustible. Finalmente, la carga frigorizada (contenedores) representa el 5% del total transferido por el país y es movilizado principalmente por los puertos de la zona centro (Valparaíso y San Antonio).

Figura 7.4: Formato de la carga transferida por los puertos de Chile, año 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de DIRECTEMAR

⁹ https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/reporte-trimestral/comercio-exterior-de-chile-anual-2019.pdf?sfvrsn=1eb0bb58_0



En cuanto a las exportaciones, el año 2020 se movilizaron 62,7 millones de toneladas por los puertos del país, de los cuales el 54% fue transferida por el sistema de puertos estatales.

En el caso de las importaciones, el año 2020 se movilizaron 53 millones de toneladas de las cuales el 46% de la carga importada fue movilizada por los puertos estatales.

De acuerdo con los datos reportados por las empresas portuarias a través de Sistema de Empresas (SEP), en general, en los puertos públicos del país hubo una reducción de la carga transferida entre el año 2019 y 2020 producto de los efectos económicos de la pandemia de COVID-19.

En el caso de los puertos del norte del país, en Arica se observa una reducción en la carga transferida a partir del año 2018 producto de la baja en la transferencia de carga proveniente de Bolivia, en Iquique y Antofagasta se observan importantes bajas entre los años 2014 y 2015 producto de la baja en la actividad minera, mientras que en Coquimbo la carga movilizada se redujo de manera importante debido a la pérdida de uno de sus principales clientes (minera Caserones que trasladó su producción a un puerto más cercano a su faena).

En cuanto a los puertos de la zona central, Valparaíso ha disminuido la carga transferida a partir del año 2017, mientras que San Antonio, en el mismo período, ha aumentado sus volúmenes de transferencias llegando a duplicar la carga transferida por Valparaíso.

Finalmente, en el caso de los puertos de la zona sur del país, el puerto San Vicente/Talcahuano ha mantenido un volumen de transferencia relativamente estable entre 2016 y 2018, sin embargo, la transferencia de carga disminuyó entre los años 2019 y 2020 en más de un 50%. Puerto Montt y Punta Arenas han aumentado sus volúmenes de transferencia en los últimos 5 años (con una leve baja el año 2019) y Chacabuco -en la región de Aysén- presenta un alza constante entre los años 2013 y 2017 para luego disminuir entre los años 2018 y especialmente el 2019, sin embargo, ya el 2020 se observa una recuperación en los volúmenes transferidos.

En la siguiente figura se muestra los totales de carga movilizada en los puertos públicos entre los años 2010 y 2020.

Figura 7.5: Total carga movilizada por puertos públicos, período 2010 – 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de empresas portuarias a través de SEP

Cabotaje

De acuerdo con datos de DIRECTEMAR el año 2020 se movilizaron 10,8 millones de toneladas de cabotaje por los puertos del país. La carga transferida corresponde a granel líquido que representa el 46,4%, carga general que representa el 31,3% y granel sólido que representa el 22,3% restante.

Las principales cargas movilizadas por cabotaje corresponden a productos químicos como ácido sulfúrico y combustibles, y minerales, especialmente hierro, carbón, caliza y sal. Otras cargas movilizadas corresponden a productos industriales, de transporte y alimenticios.

Tabla 7.2: Carga transferida por Cabotaje según tipo de carga, año 2020 (toneladas)

Productos	Tipo de carga			Total
	General	Granel	Líquido	
Químicos	98		5.028.728	5.028.826
Minerales	286.470	2.352.827		2.639.297
Alimenticios	23			23
De transporte	2.719			2.719
Industriales	107.956			107.956
Forestales				-
Otros productos	2.999.289	63.997		3.063.286
Total	3.396.555	2.416.824	5.028.728	10.842.107

Fuente: Elaboración propia con datos de DIRECTEMAR

El 81% de la carga de cabotaje se origina en los puertos de la zona centro-sur del país, mientras que los principales destinos son los puertos del sur lo que tiene relación con la importancia que tiene este medio de transporte para el abastecimiento de las regiones más australes y las zonas más aisladas del país.

Los puertos del norte movilizan principalmente graneles sólidos asociados a la industria minera (hierro, acero y carbón) hacia la zona sur del país mientras que, los puertos de la zona norte, especialmente Ventanas y Quinteros movilizan combustible hacia las zonas norte y sur. En el caso de los puertos del sur estos movilizan principalmente carga general, que se dirige hacia otros puertos de la zona sur, y combustible que es distribuido a distintos puertos del país.

Infraestructura disponible

En Chile, al año 2020, existen 15 puertos estatales y 79 puertos de propiedad privada además de otras 462 instalaciones portuarias de distinta capacidad y funcionalidad y que incluyen rampas, atracaderos, muelles y varaderos.

El detalle de las instalaciones portuarias del país se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7.3: Infraestructura e instalaciones portuarias en Chile por región, año 2020

Región	Principales		Secundarios				Instalaciones y facilidades locales	
	Estatal	Privado	Servicio nacional		Servicio regional		Estatal	Privado
			Estatal	Privado	Estatal	Privado		
Arica y Parinacota	1	2	-	-	-	-	-	4
Tarapacá	1	6	-	-	-	-	10	1
Antofagasta	1	15	-	-	-	-	4	4
Atacama	-	9	-	-	-	-	9	4
Coquimbo	1	3	-	-	-	-	32	4
Valparaíso	2	10	-	-	3	-	14	6
Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-	-
O'Higgins	-	-	-	-	-	-	-	-
Maule	-	-	-	-	-	-	6	-
Ñuble	-	-	-	-	-	-	-	-
Biobío	2	12	1	5	3	1	32	5
La Araucanía	-	-	-	-	-	-	3	-
Los Ríos	-	2	-	-	3	1	25	5
Los Lagos	2	9	14	-	50	-	127	10
Aysén	1	3	1	1	10	2	24	11
Magallanes	4	8	6	2	5	-	6	1
Total	15	79	22	8	74	4	292	55

Fuente: Elaboración propia con datos de DIRECTEMAR

Las instalaciones portuarias principales son administradas por empresas portuarias estatales. En total existen 10 empresas portuarias las cuales administran los terminales del país por medio de concesiones.

En la siguiente tabla se muestran las principales características de cada puerto y sus respectivos terminales.

Tabla 7.4: Infraestructura empresas portuarias estatales

Empresa Portuaria	Capacidad de transferencia (ton/año)	Terminal	Sitio	Longitud (m)	Calado máximo (m)
Arica	3.956.000	Frente de Atraque 1	2b – 3 – 4 – 5	200 – 260	8,2 – 12,4
		Frente de Atraque 2	7	200	9,2
Iquique	4.100.000	Frente de Atraque 1	1 – 2 – 3 – 4	100 – 300	9,3 – 11,4
		Sitio 0	4.500 m2 para actividades comunitarias		
Antofagasta	3.251.910	Sitio 1, 2 y 3	1 – 2 – 3	200 – 260	7,9 – 9,1
		Sitio 4 y 5	4 y 5	185	12
		Sitio 6 y 7	6 y 7	260	11,6
Coquimbo	1.750.000	Frente de Atraque 1	1 – 2	189	9,3
Valparaíso	12.269.000	Terminal 1	1 – 2 – 3 – 4 – 5	185 – 740	9,4 – 13,8
		Espigón	6 – 7 – 8	120 – 245	6,2 – 8,8
San Antonio	22.672.563	Frente de Atraque 1	1 – 2 – 3	930	14 – 14,9
		Frente de Atraque 2	C1 – C2 – Sitios 4 y 5	230 – 700	10,7 – 14
		Frente de Atraque 3	8 – 9	190 – 230	10 – 12,2
Talcahuano – San Vicente	11.614.320	San Vicente	1 – 2 – 3	200	10,6 – 12,2
		Talcahuano	1 – 2	100 – 160	7 – 10
Puerto Montt	2.516.000	Sitio 1	1	240	10,8
		Sitio 2	2	145	9
Chacabuco	1.347.000	Muelle comercial	2 – 3 – 4	32 – 52	7,62 – 9,75
		Terminal transbordadores (3)	1, 5 y 6	24 – 114	4,5 – 10
Punta Arenas	3.828.000	Muelle Arturo Prat	Frentes de atraque: 2 Sitios: 4	114	9,6
		Muelle José de los Santos Mardones	Frentes de atraque: 3 Sitios: 3	336	14
		Muelle Puerto Natales	Frentes de atraque: 1 Sitios: 3	33	6,6

Fuente: Elaboración propia con datos de empresas portuarias a través de SEP





Al comparar la capacidad de transferencia de los puertos con la carga transferida en los años 2019 y 2020 se observa que, en general los puertos presentan un nivel de ocupación que no supera el 50% de su capacidad con excepción de los puertos de Antofagasta y San Antonio que presentan niveles de ocupación sobre el 90%.

En el caso de los puertos del norte del país, estos presentan una tasa de ocupación que varía entre el 50% y 75%, llegando incluso al 91% en el caso de Antofagasta el año 2019 (el 2020 baja a 75% producto de la baja en la carga transferida debido a los efectos de la pandemia COVID-19). La excepción es el puerto de Coquimbo que opera aproximadamente al 35% de su capacidad

En el caso de los puertos de la zona sur, la ocupación varía entre 25% y 40% excepto en Puerto Montt donde operan cercano al 50% de su capacidad y Punta Arenas que en el año 2019 apenas alcanzó el 17% de ocupación.

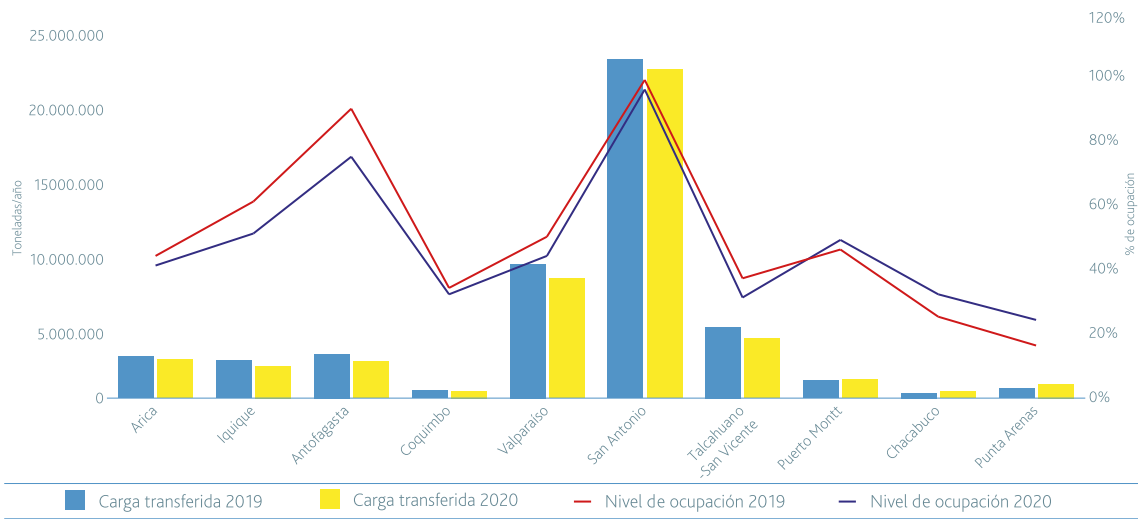
En cuanto a los puertos de la zona central, Valparaíso opera cerca del 50% de su capacidad, mientras que San Antonio está operando prácticamente a toda su capacidad, situación que se espera se mitigue con la entrada en operación del primer terminal del Puerto Exterior prevista para el año 2031.

Tabla 7.5: Nivel de ocupación de los puertos del país (%), período 2019 – 2020

Puerto	Capacidad de transferencia (1) (ton/año)	Carga transferida 2019 (ton/año)	Carga transferida 2020 (ton/año)	Nivel de ocupación 2019	Nivel de ocupación 2020
Arica	6.126.430	2.777.682	2.584.379	45,3%	42,2%
Iquique	4.100.000	2.544.014	2.152.070	62%	52,5%
Antofagasta	3.251.910	2.957.952	2.458.733	91%	75,6%
Coquimbo	1.459.358	515.882	479.562	35,3%	32,9%
Valparaíso	17.693.763	8.986.034	8.028.032	50,8%	45,4%
San Antonio	22.672.563	22.680.849	22.020.338	100%	97,1%
Talcahuano - San Vicente	12.515.686	4.756.972	3.970.379	38%	31,7%
Puerto Montt	2.516.000	1.170.520	1.265.744	46,5%	50,3%
Chacabuco	1.347.000	350.492	449.926	26%	33,4%
Punta Arenas	3.828.000	638.083	940.561	16,7%	24,6%

(1) La capacidad de transferencia de cada puerto fue estimada a partir de los resultados del Estudio "Metodología para la evaluación de desempeño logístico de comercio exterior a nivel nacional" (2017) del MTT
Fuente: Elaboración propia

Figura 7.6: Comparación entre la capacidad de transferencia y carga transferida por los puertos, período 2019 – 2020



Fuente: Elaboración propia

4

Requerimientos y cuantificación del déficit 2022 – 2031

Para dimensionar los requerimientos de inversión en el largo plazo, se revisó las proyecciones de demanda disponibles para los puertos del país, así como los proyectos de inversión en infraestructura de los terminales portuarios, con el objetivo de actualizar la capacidad de transferencia de los puertos y comparar con la demanda estimada, y así definir la necesidad de nuevas inversiones, en caso de ser necesarias.

Para las proyecciones de demanda de los puertos se utilizó información disponible en el "Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050" del MOP mientras que, en el caso de los proyectos, se revisó también el Plan de Infraestructura del MOP, así como los planes propios de cada puerto.

Proyecciones de demanda

Para estimar la demanda futura de los puertos del país se utilizó información disponible en el "Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050" del MOP el cual realiza estimaciones de demanda para el sistema portuario nacional para los años 2020, 2030, 2040 y 2050, teniendo como base el año 2017. Las proyecciones consideran un escenario tendencial para el crecimiento del PIB del país de 2,8% anual.

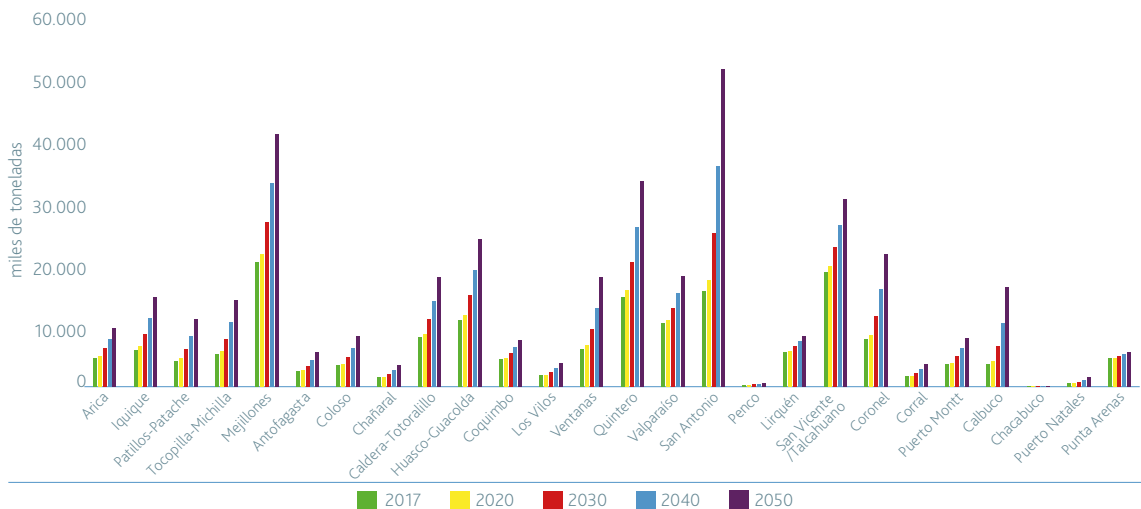
En la siguiente figura se muestran las estimaciones de toneladas movilizadas por los puertos del país de acuerdo al Plan de Infraestructura del MOP.



286



Figura 7.7: Estimación de demanda sistema portuario nacional, período 2020 – 2050



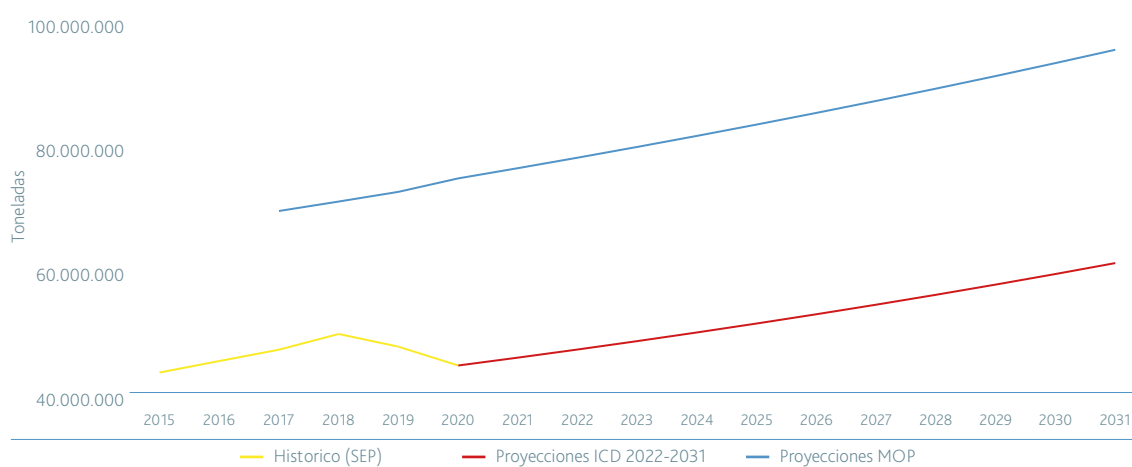
Fuente: "Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050" del MOP

A continuación, se comparó la estimación realizada por el MOP con los datos de carga transferida presentados en el punto anterior y se ajustaron las proyecciones manteniendo la tendencia de largo plazo estimada por el Plan de Infraestructura del MOP para cada una de las empresas portuarias y ajustando los volúmenes estimados debido a la baja en la carga transferida (tanto importaciones como exportaciones) observada el año 2019, producto principalmente de la guerra comercial entre China y Estados Unidos, y 2020 debido a los efectos de la pandemia de COVID-19.

Cabe destacar que la demanda proyectada es inferior a la estimada en la versión anterior del ICD 2018-2027, sin embargo, la necesidad de inversión se mantiene, en especial la relacionada con los puertos de la zona central cuyo uso de capacidad está al límite y requiere de obras para aumentar la capacidad portuaria, al igual que en el puerto de Antofagasta.

En la figura siguiente se muestra la comparación entre las proyecciones del MOP y las proyecciones ajustadas.

Figura 7.8: Proyecciones de demanda total empresas portuarias



Fuente: Elaboración propia

Si bien se observan disminuciones en la carga transferida los años 2019 y 2020, de acuerdo a datos del SEP¹⁰ los puertos chilenos experimentaron una notable alza el año 2021 respecto a los años anteriores y se espera que esta situación tienda a normalizarse, volviendo a niveles pre-pandemia de COVID-19 durante el año 2022 y eventualmente 2023. Esta situación se ha replicado en el resto de los países en donde los puertos han vuelto a niveles de transferencia pre-pandemia y se espera que esta recuperación se mantenga.

10 <https://www.sepchile.cl/2021/07/30/puertos-publicos-chilenos-logran-crecimiento-de-1259-durante-el-primer-semestre/>

Esta recuperación estimada para los próximos años permite mantener las proyecciones de demanda para los puertos chilenos en el largo plazo por lo que no se espera cambios importantes en los requerimientos de infraestructura para los puertos del país en los próximos años. Sin embargo, es importante destacar que, la pandemia de COVID-19 ha generado oportunidades para los puertos entre las que es posible mencionar:

- La necesidad de las empresas a adaptarse a la nueva normalidad de los plazos de entrega de la carga, generando modelos híbridos de entrega "just in time" con "just in case", lo que genera requerimientos de espacio (bodegaje) adicionales a los existentes.
- La escasez de trabajadores empujará a la industria (portuaria y de distribución) hacia la automatización, generando mejoras en la productividad.
- Es posible suponer que la crisis que generó el COVID-19 en términos de incertidumbre y riesgos impondrá a los distintos actores un mayor manejo de datos e información, buscando predecir la evolución y eventuales interrupciones de las cadenas logísticas.

En cuanto a las proyecciones de demanda por puerto, de acuerdo con el ajuste de las proyecciones se espera que hacia el año 2031 se movilicen aproximadamente 60 millones de toneladas por los puertos del país, generando presión sobre la capacidad del sistema portuario, especialmente en los puertos de San Antonio y Antofagasta, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7.6: Nivel de ocupación de los puertos según proyecciones

Puerto	Capacidad de transferencia (TON)	Carga transferida 2020 (TON)	Proyección carga 2026 (TON)	Proyección carga 2031 (TON)	% Ocupación 2026	% Ocupación 2031
Arica	6.126.430	2.584.379	2.938.327	3.270.043	48%	53,4%
Iquique	4.100.000	2.152.070	2.524.962	2.884.610	61,6%	70,4%
Antofagasta	3.251.910	2.458.733	2.858.308	3.240.462	87,9%	99,6%
Coquimbo	1.459.358	479.562	527.986	572.053	36,2%	39,2%
Valparaíso	17.693.763	8.028.032	8.875.636	9.649.945	50,2%	54,5%
San Antonio	22.672.563	22.020.338	27.398.744	32.871.502	120,8%	145%
Talcahuano - San Vicente	12.515.686	3.970.379	4.339.764	4.673.704	34,7%	37,3%
Puerto Montt	2.516.000	1.265.744	1.462.165	1.648.941	58,1%	65,5%
Chacabuco	1.347.000	449.926	702.219	1.017.612	52,1%	75,5%
Punta Arenas	3.828.000	940.561	976.766	1.007.999	25,5%	26,3%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo revisado en el Plan de Infraestructura del MOP y a la información disponible en cada uno de los puertos, actualmente se encuentran en carpeta una serie de proyectos que buscan mejorar la infraestructura y capacidad de transferencia de cada terminal.

Dentro de estos proyectos, destaca la construcción del Puerto Exterior (conocido también como Puerto a Gran Escala) en San Antonio, el cual implica una inversión de 3.500 millones de US\$, considera la construcción de dos nuevos terminales portuarios los que, en conjunto, permitirán ampliar la capacidad actual de transferencia del puerto de San Antonio en aproximadamente 6 millones de TEUs al año (pasando de 3 MM TEUs/año a más de 9 MM TEUs/año). El proyecto se espera que inicie su construcción el año 2022 y el primero de los dos terminales se proyectó que empiece a recibir las primeras naves el año 2030.

Destacan también, como parte del listado de proyectos definidos en el Plan de Infraestructura del MOP, la construcción de dos nuevos frentes de atraque en el puerto de Antofagasta, la ampliación de los terminales del puerto de Iquique y el Terminal 2 del Puerto de Valparaíso que en conjunto consideran inversiones por más de 900 millones de US\$.

A continuación en la tabla, se presenta el listado de proyectos por puerto.

Tabla 7.7: Proyectos portuarios e inversión estimada (millones de US\$)

Región	Puerto	Descripción	Inversión (MM US\$)
Tarapacá	Iquique	Extensión sitio 4: proyecto de ampliación de sitio 4 del puerto de Iquique que permitirá atender naves de mayor capacidad. Se espera que inicie su operación entre los años 2022 y 2023	25,5
		Ampliación frente de atraque 1: proyecto de ampliación que permitirá agregar una capacidad de transferencia de 400 mil TEUs/año. Se espera que las obras empiecen antes de 2030.	143,5
Antofagasta	Antofagasta	Ampliación molo de abrigo: proyecto que permitirá disminuir los días de cierre del puerto frente a fenómenos climáticos. Se estima que estará operativo en el año 2033	90
		Frente N°1: construcción de un nuevo sitio de atraque, aumentando la capacidad en 2 millones de toneladas. Se proyecta operativo al año 2033	90
		Frente N°3: construcción de un nuevo sitio de atraque que permitirá aumentar la capacidad en 2 millones de toneladas. El plazo proyectado para el inicio de su operación es el año 2040 y se estima una inversión de 120 millones de US\$.	120
Coquimbo	Coquimbo	Nuevo terminal multipropósito: el proyecto contempla la construcción de un nuevo sitio (sitio 3) y el reforzamiento de los sitios 1 y 2, para aumentar la capacidad en 1,8 millones de toneladas. Se espera que inicie su operación el año 2023 y considera una inversión de 92 millones de US\$.	92
Valparaíso	Valparaíso	Ampliación terminal 2: proyecto de ampliación del Terminal 2 del puerto de Valparaíso que permitirá aumentar la capacidad en 954 mil TEUs/año. El proyecto considera 2 etapas, la primera debiera iniciar operaciones en el año 2025 y la segunda etapa en el año 2027.	570
	San Antonio	Puerto Exterior: Proyecto de construcción de 2 nuevos terminales cada uno con capacidad para 3 millones de TEUs al año. Se estima que el primer terminal inicie su operación el año 2030 y considera una inversión de 3.461 millones de US\$.	3.461
Biobío	San Vicente/ Talcahuano	Primera fase ampliación recinto portuario: proyecto de ampliación del puerto de San Vicente. Los estudios comenzarían el año 2020.	10
		Ampliación molo de abrigo: proyecto que busca disminuir los días de cierre del puerto por condiciones climáticas. Se proyecta su operación para el año 2030	20
		Aumento de capacidad Puerto de Talcahuano: proyecto de ampliación del frente de atraque de los sitios 1 y 2, los estudios inician el año 2020	12
Aysén	Chacabuco	Construcción rampa para barcasas. Contempla el aumento de capacidad en 100 mil toneladas anuales	3,6
Magallanes	Punta Arenas	Mejora Muelle Prat: permitirá aumentar la capacidad de atención de cruceros	32,2

Fuente: Elaboración propia

Progreso brecha 2018-2020

En cuanto al estado avance de los proyectos considerados en el ICD 2018-2027, se observa lo siguiente:

- En Arica, se contemplaban dos inversiones importantes: Habilitación de 11ha para operaciones por 100 millones de US\$ y ampliación frente de atraque para un nuevo sitio por 50 millones de US\$. De acuerdo con lo indicado en el PNAT, el primer proyecto se encuentra detenido. Respecto al segundo proyecto, no se ha encontrado información que indique su estado.
- En Iquique, se consideraba la primera etapa del proyecto de construcción de un nuevo frente de atraque por 339 millones de US\$, sin embargo, esta inversión actualmente está proyectada para después del 2031.
- En Antofagasta, se consideraba la mejora operacional para cargas agrícolas las que ya fueron realizadas y el proyecto de zona de apoyo logístico La Negra que se espera que inicie sus obras el año 2022.
- En el caso de los puertos de la zona central, en el año 2018 el Gobierno confirmó que el Puerto de Gran Escala sería construido en San Antonio. Actualmente el proyecto se encuentra realizando los estudios ambientales y se espera que el primer terminal entre en operación el año 2031.
- En el caso del puerto de San Vicente, se consideró la construcción del terminal marítimo GNL, el que actualmente se encuentra detenido ya que el Tribunal Ambiental anuló la RCA del proyecto en octubre de 2021.

Cuantificación del déficit de infraestructura 2022 – 2031

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las inversiones programadas y su distribución en el tiempo de acuerdo a lo señalado en el Plan de Infraestructura del MOP y por los mismos puertos públicos del país.

Tabla 7.8: Inversión considerada período 2022 – 2031 (millones de US\$)

Región	Puerto	Proyecto	Inversión (MM US\$)			
			2022-2026	2027-2031	2022 - 2031	2032-2039
Tarapacá	Iquique	Extensión sitio 4	25,5		25,5	
		Ampliación frente atraque 1				143,5
		Ampliación molo de abrigo				90
Antofagasta	Antofagasta	Frente Atraque N°1				90
		Frente Atraque N°3				120
		Nuevo terminal multipropósito	92		92	
Valparaíso	Valparaíso	Ampliación Terminal 2 (Etapa 1 y 2)		570	570	
	San Antonio	Puerto Exterior	692,2	2.768,8	3.461	
Biobío	San Vicente/ Talcahuano	Primera fase ampliación recinto portuario	10		10	
		Ampliación molo de abrigo		20	20	
		Aumento capacidad Puerto Talcahuano	12		12	
Aysén	Chacabuco	Construcción rampa para barcasas	3,6		3,6	
Magallanes	Punta Arenas	Mejora Muelle Prat	12,8	17,2	30	
Total			848,1	3.376	4.224,1	443,5

Fuente: Elaboración propia

La inversión total programada para la próxima década alcanza los 4.224,1 millones de US\$, de los cuales el 82% de la inversión corresponde al proyecto de Puerto Exterior. En cuanto a las inversiones consideradas más allá del año 2031 estas alcanzan los 443,5 millones de US\$ y están condicionadas por el aumento de la demanda de los puertos involucrados.

La tabla siguiente presenta el resumen de las inversiones esperadas por región, para los próximos 10 años y la inversión estimada en el ICD 2018-2027.

Tabla 7.9: Resumen inversiones en infraestructura portuaria, 2022-2031 (millones de US\$)

Región	Puerto	ICD 2018-2027 (MM US\$)	ICD 2022-2031 (MM US\$)
Arica y Parinacota	Arica	163,7	0
Tarapacá	Iquique	370,3	25,5
Antofagasta	Antofagasta	97	0
Coquimbo	Coquimbo	120	92
Valparaíso	Valparaíso	851	570
	San Antonio	3.407	3.461
Biobío	San Vicente/Talcahuano	160	42
Los Lagos	Puerto Montt	60	0
Aysén	Chacabuco	0	3,6
Magallanes	Punta Arenas	13	30
Total		5.242	4.224

Fuente: Elaboración propia

El monto de inversión estimada para la zona central se mantiene sin mayor variación entre ambas estimaciones, esto asociado al desarrollo del proyecto del Puerto Exterior. En el caso de la zona norte, se observa una menor inversión debido a que algunos proyectos considerados en el ICD 2018-2027 se encuentran finalizados, mientras que otros se aplazaron más allá del período de análisis (2022-2031) y están sujetos a la evolución de la demanda de los puertos.

En la zona sur, la menor inversión se debe a la falta de nuevos proyectos en los puertos de San Vicente/Talcahuano y Puerto Montt (en el caso de San Vicente actualmente solo existen proyectos de mejoras menores al puerto, mientras que, en el caso de Puerto Montt, no se encontraron nuevos proyectos de infraestructura para el período de análisis).

5

Recomendaciones de acción

De acuerdo con el análisis internacional del sector portuario, se espera que en los próximos años se recuperen los niveles pre pandemia del comercio internacional vía marítima de la región. Sin embargo, las expectativas de crecimiento dependen en gran medida de la reducción en las restricciones asociadas al COVID-19 y una mejora en las condiciones económicas, por lo que todavía sigue existiendo cierto grado de incertidumbre en cuanto a la recuperación

Se genera una oportunidad para Chile, de avanzar en su posicionamiento como líder en comercio exterior en Latinoamérica, a través del fortalecimiento y modernización del sistema portuario, mediante la incorporación de nuevas tecnologías, tanto en técnicas constructivas como en equipamiento y comunicaciones, y el desarrollo de proyectos de infraestructura portuaria adecuados a los niveles de demanda esperada y condiciones climatológicas.

El crecimiento de la demanda proyectada para el sistema portuario requiere de la materialización de proyectos de infraestructura que generen aumento en la capacidad de transferencia, considerando la ampliación de los terminales existentes para atender naves de mayor tamaño y la implementación de nuevos terminales, como es el caso del proyecto del Puerto Exterior que se emplazará en la zona central del país. Es de vital importancia la materialización de este proyecto, que permitirá triplicar la capacidad actual del sistema portuario y atender la demanda esperada de 8,6 MM de TEUs al año 2045. Este proyecto permitirá modernizar el sistema portuario y generará eficiencias en la cadena de comercio exterior del país.

Adicionalmente a los proyectos de aumento de capacidad, es relevante el desarrollo de infraestructura de resiliencia que permita a los puertos mantener su continuidad operacional frente a las condiciones oceanográficas (marejadas), que originan periodos de cierre de puertos, impactando de manera significativa en la operación del sistema y de las cadenas logísticas. También es fundamental que las nuevas obras incluyan infraestructura antisísmica para evitar periodos de cierre frente a eventuales sismos.

La inversión prevista para el periodo 2022-2031, equivalente a más de cuatro mil millones de dólares en infraestructura portuaria, permitirá que el sistema portuario nacional se posicione como líder en la región y se acerque a los estándares de competitividad de los países de la OCDE.

El proceso de concesión de terminales e inversión portuaria, con 20 años de experiencia, ha demostrado ser un modelo exitoso. Sin embargo, han sucedido cambios relevantes en el mercado naviero (naves más grandes, menos líneas y con mayor frecuencia), lo que sugiere la revisión de las condiciones en la que se van a relicitar los actuales terminales y licitar los nuevos, incorporando condiciones que respondan a los cambios del mercado y a las nuevas características de la oferta.

Asimismo, es necesario anticiparse a las necesidades de accesibilidad y plataformas logísticas que requerirán los nuevos proyectos portuarios, generando una red integrada que permita la intermodalidad de manera eficiente en la cadena de comercio exterior.





Anexo 7.1:

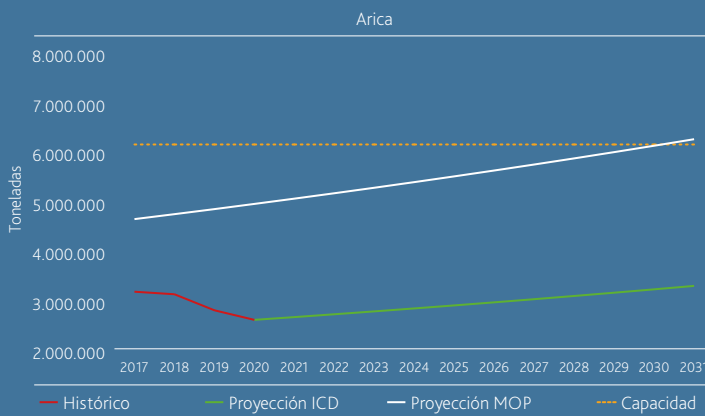
Flujo y proyecciones de demanda por puerto



Empresa Portuaria Arica

Se observa que la demanda disminuyó entre los años 2019 y 2020 en comparación con el año 2018.

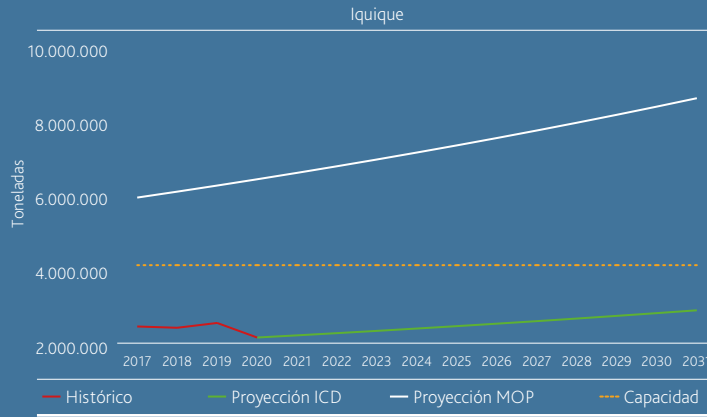
La demanda real es menor a la estimada por el Plan de Movilidad del MOP, sin embargo, se estima que aumentará en los próximos años, aunque sin sobrepasar la capacidad del puerto.



Empresa Portuaria Iquique

La demanda entre 2017 y 2019 se mantuvo relativamente igual y bajó levemente el año 2020.

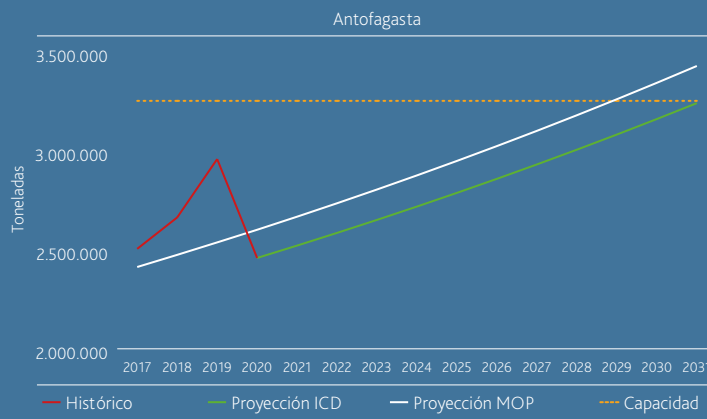
Los volúmenes de carga real transferida fueron menores a los proyectados por el Plan de Movilidad del MOP, sin embargo, se mantuvo las tendencias de crecimiento esperado para los próximos años.



Empresa Portuaria Antofagasta

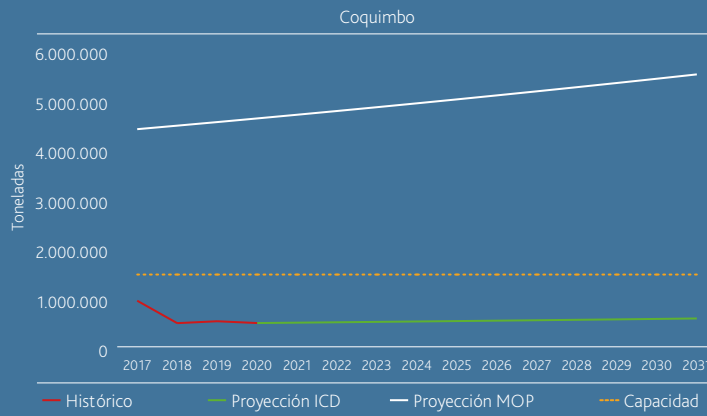
La demanda real creció mucho más de lo esperado respecto de la proyección del Plan de Movilidad del MOP entre los años 2017 y 2019 y se observa una fuerte baja el año 2020.

Se mantuvo la tendencia de crecimiento esperado para los próximos años y se espera que el puerto sobrepase su capacidad máxima hacia el año 2030 por lo que se hace necesario invertir en nueva infraestructura que le permita absorber la demanda esperada.



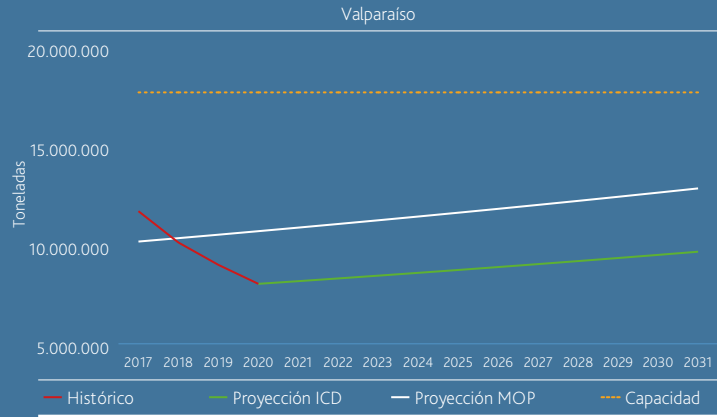
Empresa Portuaria Coquimbo

La demanda del puerto disminuyó entre el año 2017 y 2018 y se ha mantenido estable los últimos 3 años.



Empresa Portuaria Valparaíso

La demanda del puerto no aumentó entre los años 2017 y 2020 como estaba proyectado, sino que disminuyó.

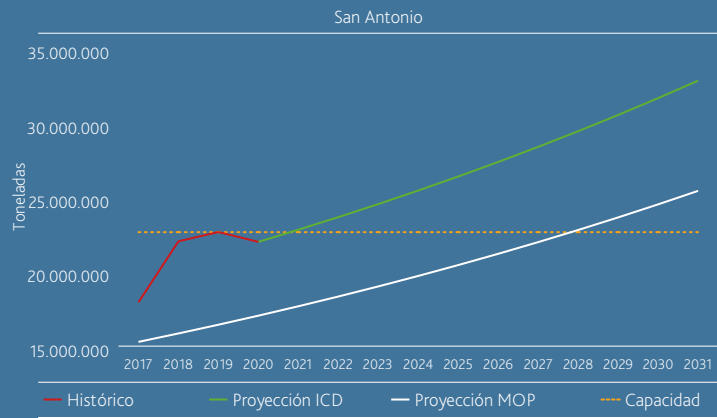


Empresa Portuaria San Antonio

Se observa un aumento en la demanda entre el año 2017 y 2018, la que se ha mantenido similar entre 2018 y 2020.

En el caso de las estimaciones hechas por el Plan de Movilidad del MOP estas fueron menores a la carga real movilizada por el puerto de San Antonio.

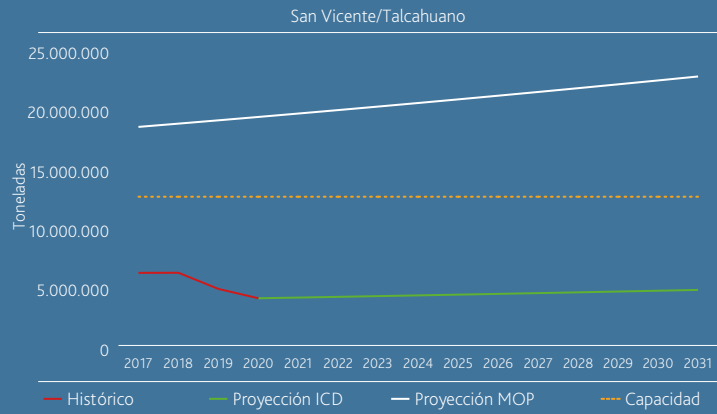
El puerto se encuentra cerca de su capacidad máxima, la que será sobrepasada en los próximos años de acuerdo a las proyecciones. La entrada en operación del Puerto Exterior debiera ayudar a mitigar esta situación.



Empresa Portuaria Talcahuano y San Vicente

Se observa una disminución en la demanda a partir del año 2019.

Los volúmenes de carga transferida fueron menores a lo estimado en el Plan de Movilidad del MOP, sin embargo, se mantuvo la tendencia de crecimiento proyectada para los próximos años.

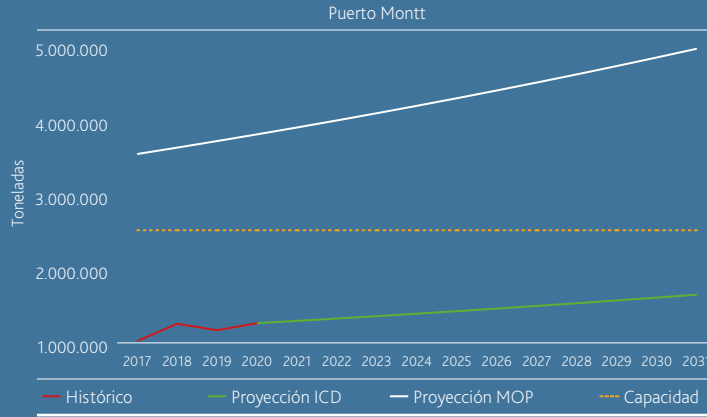


296



Empresa Portuaria Puerto Montt

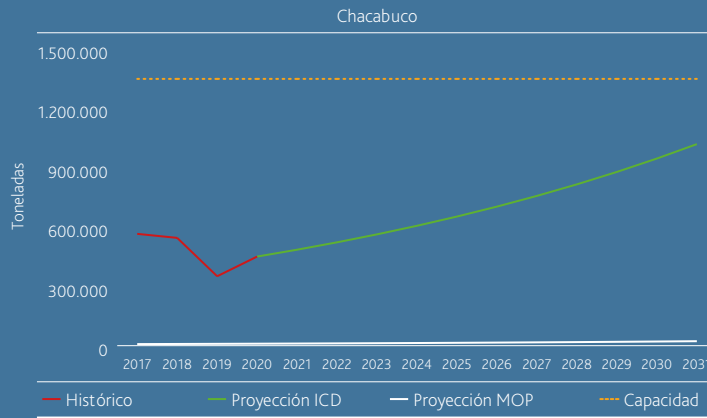
La demanda se mantuvo estable entre los años 2018 y 2020 y es menor a lo proyectado por el Plan de Movilidad del MOP.



Empresa Portuaria Chacabuco

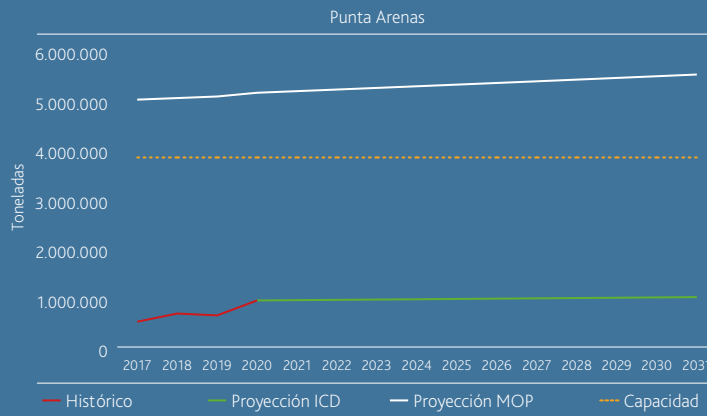
La demanda del puerto disminuyó el año 2019, sin embargo, se recuperó el año 2020.

La demanda real es significativamente mayor a la proyectada por el Plan de Movilidad del MOP.



Empresa Portuaria Austral

La demanda ha aumentado entre el año 2017 y 2020, en línea con lo proyectado por el Plan de Movilidad del MOP, sin embargo, los volúmenes de carga movilizada son menores a lo esperado.







Capítulo 8

Ferrocarriles

1

Resumen ejecutivo

La red ferroviaria del país ha presentado un crecimiento en la inversión en los últimos años, explicado por nuevos proyectos portuarios que han aumentado las necesidades de traslado de carga y esfuerzos en la implementación de servicios de pasajeros entre ciudades cercanas. Ante la relevancia de este sector en el desarrollo del país, surge la necesidad de realizar un análisis de su estado actual y futuro. Para lograr este objetivo, el presente capítulo compara el escenario nacional con el internacional, profundiza en las variaciones de transporte carga y de pasajeros en los últimos años y, finalmente, cuantifica la oferta y demanda futura de este sector mediante proyecciones de carga para los próximos años.

Actualmente, el sector ferroviario nacional tiene una baja participación en el transporte de carga y de pasajeros, aun cuando este sector presenta altas inversiones (en comparación a otros países latinoamericanos). Lo anterior se debe a condiciones topográficas y desventajas competitivas frente a otros modos.

En cuanto al transporte de carga, el 84% de la carga transportada en ferrocarril es movilizada por redes de carácter privado, mientras que el 16% es movilizada por la red ferroviaria estatal. A su vez, el 90% de los traslados tienen como orígenes o destinos algún puerto del país, en los que destacan Huasco-Guacolda II y Mejillones (privados); y San Antonio, Antofagasta y Talcahuano (estatales).

En el transporte de pasajeros, por otro lado, los niveles de usuarios transportados han aumentado durante los últimos años. Este aumento se debió a la inclusión de nuevos servicios como la extensión del Biotren hasta Coronel y el inicio de operación de los servicios Santiago-Nos y Santiago-Rancagua. Ahora bien, si las condiciones sanitarias asociadas a la pandemia persisten, es importante incentivar el uso de esta red frente al transporte privado, puesto que los acontecimientos de la pandemia provocaron una reducción del 50% de los pasajeros transportados en el 2020.

Se espera un aumento en la inversión en infraestructura ferroviaria en la zona central del país, debido al aumento de carga transferida por los puertos estimada para los próximos años y que no podría ser atendido con la oferta actual de trenes y camiones. De la misma forma, se recomienda persistir en los estudios y construcción de nuevos servicios de traslado de pasajeros, con especial énfasis en regiones. Por último, tanto por la desagregación del servicio privado-estatal como por la separación de la red en zonas norte, centro y sur, debe avanzarse en la coordinación de este sector. La creación de una autoridad logística nacional, así como la legislación de concesiones que atraigan inversores a la red ferroviaria surgen como buenas alternativas para fomentar este tipo de infraestructura.

En la Tabla 8.1 se muestran las inversiones estimadas para el sector ferroviario para el período 2022 – 2031.

Tabla 8.1: Resumen inversiones en infraestructura ferroviaria (2022-2031) en millones de US\$

Fuente de inversión	Inversión (MM US\$)
Plan Trienal 2020 – 2022	1.957
PNATP ¹ 2021	104
Proyectos de largo plazo	2.459
Total	4.520

Fuente: Elaboración propia

¹ Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos.





2

Reseña del sector

Panorama internacional

El tren es uno de los medios de transportes más eficientes a nivel ambiental y en cuanto al uso de la energía a nivel mundial, lo que ha motivado que cada vez aumente más su participación frente a otros medios de transporte. En los últimos 30 años, la red de alta velocidad de la Unión Europea ha crecido hasta alcanzar 8.400 km en 2017, y el propósito es llegar a los 30.000 km en el año 2030².

En el caso de Latinoamérica, de acuerdo con lo señalado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en su estudio "Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción" la necesidad de mejorar y desarrollar la infraestructura asociada al transporte de carga por ferrocarril es un aspecto constante dentro de las agendas de los países de América Latina y el Caribe para mejorar el desempeño logístico de los países. En general, los países de la región buscan fomentar el uso del ferrocarril como un medio de transporte debido a los beneficios económicos y ambientales asociados a este modo de transporte producto de los volúmenes que moviliza en comparación con otros medios como los camiones.

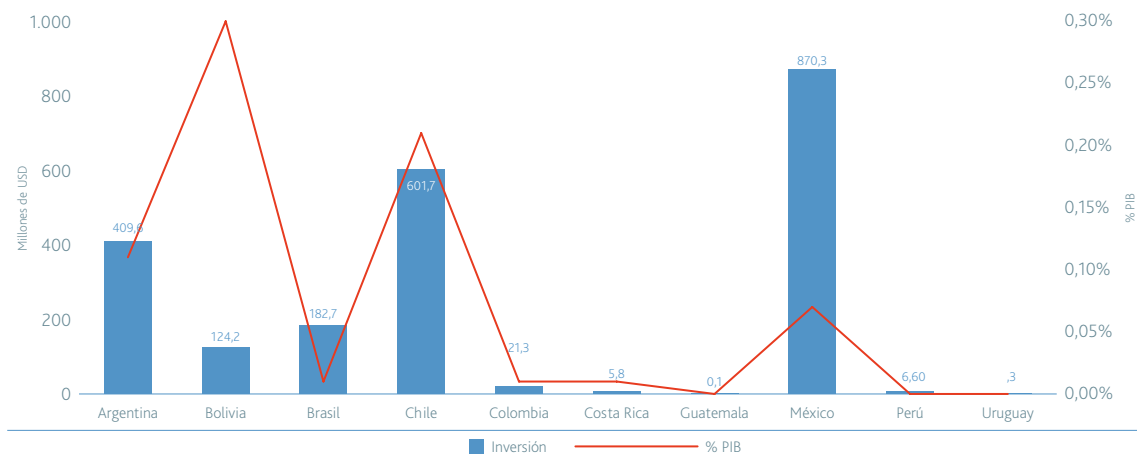
Los esfuerzos de inversión varían según la realidad del país. Así, mientras los países que ya cuentan con una red ferroviaria para el transporte de carga los esfuerzos giran en torno a la mejora de la infraestructura de la red y el fomento de la intermodalidad, como herramientas para traspasar carga desde el camión al ferrocarril; en aquellos países que no utilizan el ferrocarril para el transporte de carga los esfuerzos están orientados en el desarrollo de estudios de factibilidad técnica y económica para la implementación de estos sistemas.

De acuerdo con datos de INFRALATAM³, México es el país que más invierte en infraestructura ferroviaria seguido de Chile, Argentina, Brasil y Bolivia. Sin embargo, Bolivia y Chile son los países que más invierten en relación con el PIB.

² <https://elcorredormediterraneo.com/tren-transporte-sostenible-futuro/>

³ INFRALATAM es un proyecto desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL) cuyo objetivo es medir las inversiones en infraestructura en los países de América Latina y el Caribe

Figura 8.1: Inversión pública en infraestructura ferroviaria por país



Fuente: Elaboración propia con datos de INFRALATAM

A pesar de estos esfuerzos, la participación del ferrocarril en la matriz de carga en los países de la región aún es baja en comparación con otras regiones del mundo y se concentra principalmente en dos tipos de carga: i) minería (especialmente mineral de hierro y carbón y, en el caso de Chile, cobre), que representa el 62% de la carga movilizada en tren; y ii) carga general que representa el 38% restante (dependiendo del país esta puede corresponder a soja, granos, azúcar, combustibles, contenedores o productos industriales)⁴.

Uno de los factores que influye en la eficiencia del transporte de carga por ferrocarril es la infraestructura de la red. El ancho de los rieles (trocha) y el número de vías en línea afecta directamente la velocidad de operación y la capacidad de la vía. En países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú las redes ferroviarias tienen dos o tres trochas diferentes lo que dificulta el transporte de carga por la red debido a la necesidad de transbordos entre trenes y los costos que esto implica.

La infraestructura de la red también se ve influenciada por las características topográficas de cada país con alta presencia, por ejemplo, de pendientes pronunciadas a lo largo de la red que producen ineficiencias asociadas a la variación de aceleración durante la marcha.

De acuerdo con el documento del BID, los principales desafíos del sector ferroviario de carga en la región son incrementar la participación del ferrocarril en la matriz de carga, para lo cual, se requieren importantes inversiones que permitan expandir y mejorar la calidad de las redes férreas, así como su conexión con otras infraestructuras logísticas, además avanzar a la multimodalidad del transporte de carga.

⁴ <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Logistica-en-America-Latina-y-el-Caribe-Oportunidades-desafios-y-lineas-de-accion.pdf>

Sector ferroviario nacional

El transporte en ferrocarril tiene, en general una baja participación en el transporte de carga a nivel nacional. De acuerdo con datos del Observatorio Logístico el ferrocarril movilizó menos del 1% de la carga de comercio exterior del país en el año 2020⁵, mientras que el 94% de la carga fue movilizada por los puertos del país.

Por otro lado, el principal modo de transporte de carga entre los puertos y los puntos de origen/destino es el camión, que representa el 85% mientras que el ferrocarril moviliza el 15% de la carga que entra/sale de los puertos.

En este sentido, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones ha establecido en sus objetivos estratégicos aumentar la participación del ferrocarril, dada las ventajas competitivas que presenta este modo frente al camión. De acuerdo con estimaciones de EFE, en promedio, el ferrocarril emite 0,01 kilogramos de CO₂ equivalentes por kilómetro de viaje, lo que corresponde a reemplazar hasta 50 camiones de carga⁶. Además de estos beneficios, en términos de eficiencia económica, el transporte de carga en ferrocarril es más económico que el camión, siendo el costo por tonelada kilómetro en ferrocarril la mitad que el del camión⁷.

En esta línea, el Programa de Desarrollo Logístico ha establecido la meta aspiracional que un 30% de la carga transferida por puertos utilice el ferrocarril como medio principal de transporte. Para lograr esta meta se debe implementar la infraestructura de apoyo y conectividad y accesibilidad entre puertos, ferrocarril y camión.

De acuerdo a lo señalado por el Consejo de Políticas de Infraestructura, el ferrocarril se ha reactivado en los últimos años con una serie de proyectos tanto públicos como privados, que buscan fomentar el aumento de la participación de este modo en el transporte de carga y pasajeros.

EFE es la proveedora de la infraestructura férrea en la zona centro-sur del país y la carga es movilizada por dos operadores privados (Transap y Fepasa). Durante la última década la carga movilizada se ha mantenido estable en torno a los 3.300 millones de TKBC⁸ anuales (equivalente a un promedio anual en torno a los 25 millones de toneladas), a pesar de que el PIB del país creció a un promedio de 2,9% anual entre los años 2009 y 2019 (según las estadísticas del Banco Central⁹). Entre los motivos que explican esta situación, EFE ha identificado el alto costo de entrada que tiene su modelo tarifario actual para nuevos operadores y nuevos negocios de carga.

⁵ <https://www.observatoriologistico.cl/transporte-ferroviario/carga/?id=5d719224d2c6f200291103f9>

En esta fuente se señala que el total de carga transportada en ferrocarril con origen o destino algún puerto del país (tanto público como privado) alcanzó 22.037.409 toneladas en el 2020. La carga transferida por los puertos el mismo año alcanzó los 137 millones de toneladas.

⁶ Reporte Integrado 2020. Empresa de los Ferrocarriles del Estado

⁷ Actualización de Modelo de Costos de Transporte de Carga para el análisis de Costos Logísticos, del Observatorio Logístico. El modelo establece que el \$/(ton-km) varía de acuerdo con la zona geográfica del país y del tipo de carga, siendo el valor de este indicador para el camión entre 49 a 68 \$/(ton-km), mientras que el del ferrocarril está entre 24 y 37 \$/(ton-km)

⁸ TKBC es una unidad de medida del transporte de carga en ferrocarril y corresponde a toneladas kilómetro bruto completas, es decir, toneladas transportadas por kilómetro incluyendo el peso de la carga, peso de las locomotoras y carros.

⁹ Este porcentaje se obtuvo al calcular el promedio de los datos disponibles en la Base de Datos Estadísticos del Banco Central.

Por otro lado, de acuerdo con su plan trienal 2020-2022, EFE¹⁰ tiene considerada una inversión de 1.271,4 millones de US\$ desagregada en proyectos de expansión de la red de pasajeros y de carga, reposición y normalización de la infraestructura existente y proyectos de seguridad y continuidad operacional. Dentro de los proyectos más importantes de este plan, se han incluido tres proyectos estratégicos para EFE y que consideran más allá del horizonte del plan:

- Servicio de pasajeros Metrotrén Melipilla
- Corredor ferroviario de carga Santiago-Valparaíso/Ventanas (reposición de infraestructura ferroviaria Costa Norte)
- Construcción Puente Biobío

En el ámbito privado, la red ferroviaria de la zona norte del país es de propiedad privada y se divide entre 4 empresas de transporte ferroviario que prestan servicios de transporte de carga. En el caso de Ferronor y FCAB, son empresas privadas de servicios público que conectan las principales actividades mineras con los puertos más importantes del norte del país, además de transportar carga internacional proveniente de Argentina y Bolivia. En cuanto a las otras dos empresas que operan en el norte (Soquimich y Compañía Minera del Pacífico del grupo CAP), son empresas que prestan servicios privados.

Respecto de los principales proyectos en la zona norte del país, estos están ligados a la mejora en la infraestructura de la red ferroviaria que permita fomentar el uso del ferrocarril para el transporte de la carga, especialmente en el sector minero donde ya tiene una participación importante, y lograr avanzar en un menor impacto y huella de carbono de los productos y mercancías aportando al cumplimiento del objetivo del país de ser carbono neutral en 2050¹¹.

Destacan también dos iniciativas (declaradas de interés público por el MOP) que buscan conectar por vía férrea las ciudades de Santiago y Valparaíso, sin embargo, estas iniciativas se encuentran actualmente detenidas producto del COVID-19.

¹⁰ <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1146807>

¹¹ <https://www.infraestructurapublica.cl/inversion-infraestructura-nueva-institucionalidad-aumentarian-la-competitividad-del-ferrocarril-carga/>

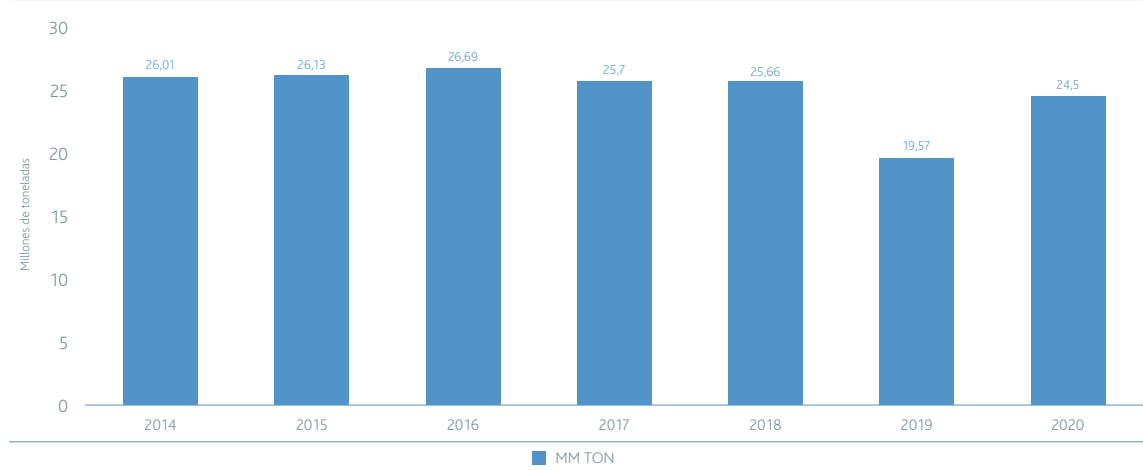
3

Situación actual y diagnóstico

Transporte de carga

Según datos del Observatorio Logístico dependiente de la Subsecretaría de Transportes, el año 2020 se transportaron 24 millones de toneladas de carga por la red ferroviaria nacional lo que representa un aumento de un 25% en relación con el año 2019, año en que se observó una caída en la carga transportada producto de la disminución en las importaciones (principalmente del sector minero y forestal) por la guerra comercial entre China y Estados Unidos. En relación con los últimos 5 años, la carga transportada en tren ha ido disminuyendo levemente.

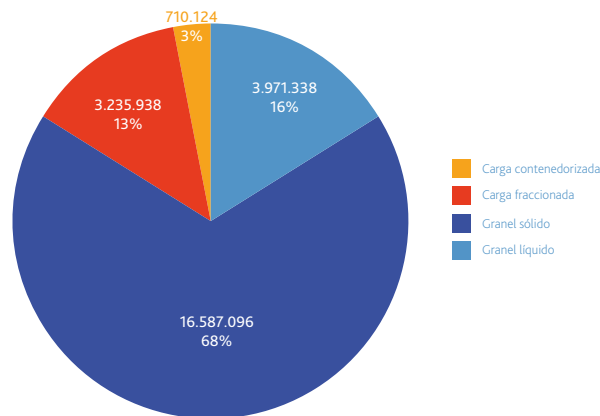
Figura 8.2: Carga total transferida en ferrocarril, período 2014 – 2020



Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio Logístico del MTT

Por tipo de carga, los graneles sólidos ligados a la industria minera del norte del país representan el 68% de la carga total movilizada en ferrocarril a nivel nacional. Lo siguen en importancia los graneles líquidos y la carga fraccionada que representan el 16% y 13% de la carga movilizada, respectivamente. La carga contenedorizada representan solo el 3% de la carga movilizada en tren y está asociada principalmente a los puertos de la zona centro-sur del país.

Figura 8.3: Toneladas movilizadas en ferrocarril a nivel nacional por tipo de carga, 2020

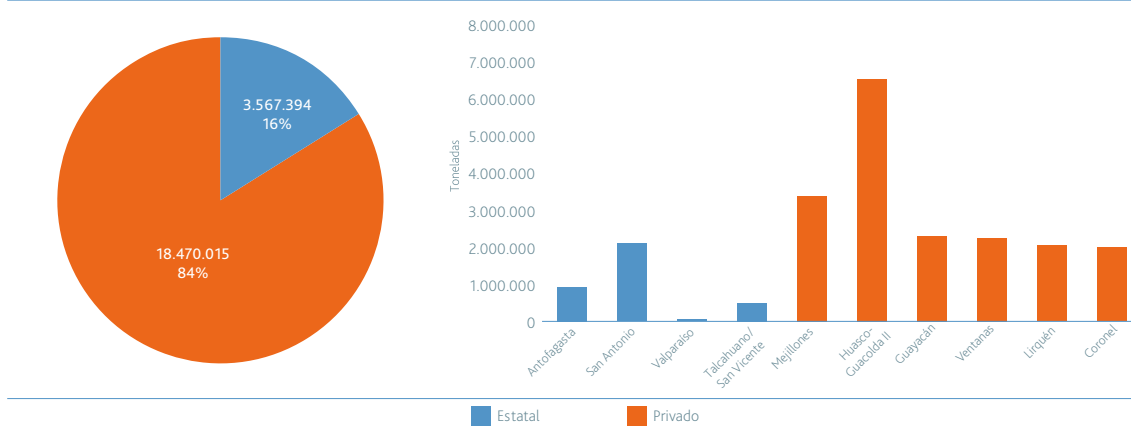


Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio Logístico del MTT

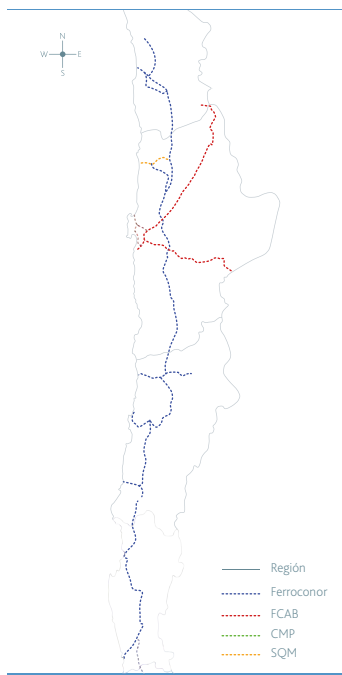


Del total de carga movilizada por ferrocarril en el país el año 2020, el 90% (aproximadamente 22 millones de toneladas) tiene como origen o destino algún puerto del país. Por tipo de puerto, los privados trasladaron aproximadamente 18,5 millones de toneladas en tren siendo Huasco-Guacolda II y Mejillones los principales puertos, mientras que los puertos estatales movilizaron 3,5 millones de toneladas en tren principalmente por San Antonio, Antofagasta y Talcahuano/San Vicente.

Figura 8.4: Toneladas movilizadas en ferrocarril por tipo de puerto, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio Logístico del MTT



Respecto de la infraestructura ferroviaria, como se mencionó anteriormente, la propiedad de la red de carga está dividida en Red Norte, comprendida entre Iquique y La Calera, y Red Sur, que se extiende desde La Calera hasta Puerto Montt.

La Red Norte es de propiedad privada y es operada por 4 empresas:

- FCAB que transporta carga proveniente de Bolivia y de las principales mineras del país hacia los puertos de Antofagasta y Mejillones;
- Ferronor que cuenta con una red que conecta transversalmente de Iquique a La Calera con los principales puertos del norte del país y, a través de ramales, con carga proveniente de Argentina y Bolivia y de las principales mineras del país;
- CMP, perteneciente al grupo CAP, que cuenta con una red en la Región de Coquimbo que transporta carga desde el yacimiento de la compañía ubicado en El Romeral hasta el puerto de Guayacán; y
- SQM, que cuenta con una línea que conecta sus operaciones en María Elena y Coya Sur con el Puerto de Tocopilla, sin embargo, actualmente no se encuentra en operaciones.

En la siguiente tabla se muestra la infraestructura de la red norte por operador.

Tabla 8.2: Kilómetros de red ferroviaria por operador

	Ferronor	FCAB	CMP	SQM
Kilómetros de red	2.300*	555	38	127**

* Ferronor posee 2.300 km de vía, sin embargo, actualmente solo cuenta con 400 km operativos

** Actualmente no se encuentran operativos

Fuente: Elaboración propia con datos de MTT

En el caso de la Red Sur, la infraestructura es de propiedad de EFE y el transporte de la carga es realizado a través de dos operadores: FEPASA y TRANSAP. EFE cuenta con 1.787,6 km de red para el transporte de carga que se extienden desde La Calera hasta Puerto Montt y transporta anualmente más de 10 millones de toneladas.

Las principales cargas transportadas corresponden a forestal (como celulosa y productos químicos asociados a la producción), minería (principalmente cobre y ácido sulfúrico proveniente de las regiones de Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana), contenedores movilizados principalmente entre Santiago y San Antonio, productos industriales (como residuos domiciliarios y Clinker) y granos movilizados entre el puerto de San Antonio y la Región Metropolitana.

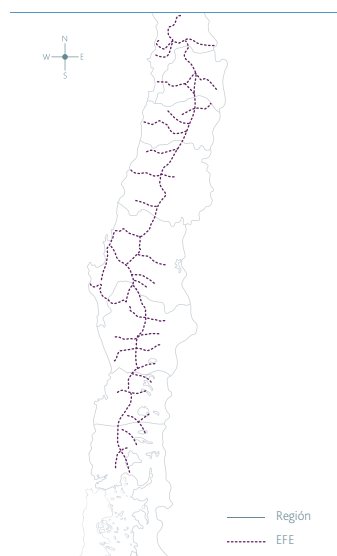


Tabla 8.3: Principales cargas transportadas por la red de EFE, año 2020

Rubro	TKBC transportadas ¹²	% de participación
Forestal	1.556	48%
Minería	1.070	33%
Industrial	227	7%
Contenedores	292	9%
Agrícola	32	1%
Químicos y combustibles	65	2%
Total	3.241	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de EFE

¹² TKBC corresponde a toneladas kilómetro bruto completas, es decir, incluye carga, peso de las locomotoras y carros.

Transporte de pasajeros

Además del transporte de carga, EFE realiza servicios de transporte de pasajeros a través de su red, los que son operados por tres empresas filiales:

- EFE Valparaíso: es la empresa encargada de operar y administrar Merval, que es el servicio de pasajeros que conecta el Gran Valparaíso a través de 44 km de red que unen el puerto con la comuna de Limache pasando por Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana.
- EFE Central: es la encargada de la operación de los servicios entre Santiago – Chillán e incluye los servicios de cercanía Santiago-Nos, Santiago-Rancagua y Talca-Constitución.
- EFE Sur: es la empresa que opera y administra el servicio de pasajeros Biotren que conecta las comunas del Gran Concepción, además de los servicios Talcahuano-Laja y Victoria-Temuco.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los servicios por operador.

Tabla 8.4: Características de la red y pasajeros transportados en años 2019 y 2020

Empresa filial	Servicio	Longitud del servicio (km)	Viajes 2019	Viajes 2020 ¹³
EFE Central	Metrotren Nos	20	22.353.252	10.802.427
	Metrotren Rancagua	82	2.676.773	1.710.455
	Santiago – Chillán	398	218.119	115.471
	Talca – Constitución	88	50.312	30.496
EFE Valparaíso	Merval	43	20.171.922	8.795.004
EFE Sur	Biotren	65	5.221.054	2.297.264
	Talcahuano – Laja	87	440.726	193.919
	Victoria – Temuco	65,5	455.955	200.620

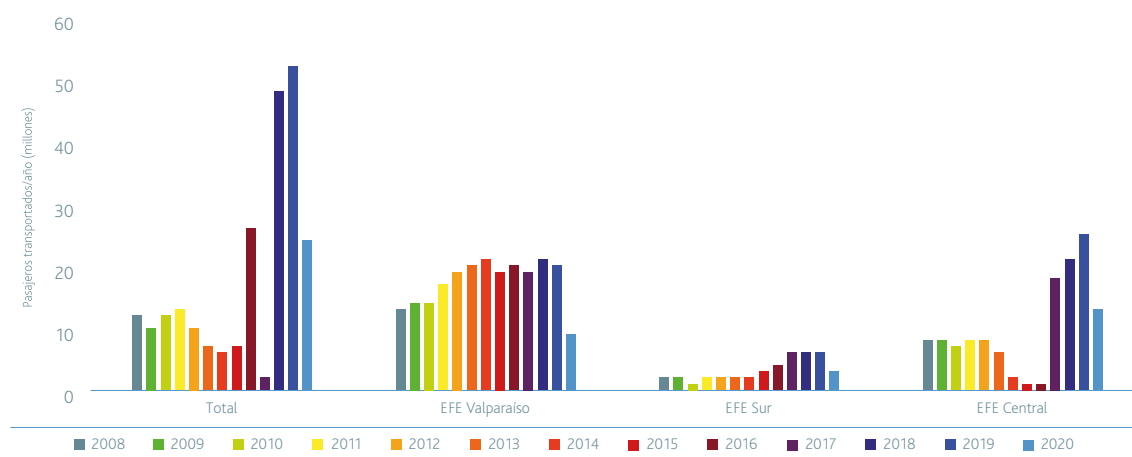
Fuente: Elaboración propia con datos de EFE

¹³ Los datos de viajes 2020 de EFE Sur fueron estimados a partir de información del "Reporte Integrado 2020" de EFE <https://www.efe.cl/corporativo/documentos/memorias-anuales/grupo-efe/>

El número de pasajeros transportados en tren ha aumentado en los últimos años, especialmente a partir de los años 2016-2017 con la extensión del Biotren hasta Coronel y la entrada en operación de los servicios Santiago-Nos y Santiago-Rancagua.

Como se muestra en la siguiente figura, en el año 2020, el número se redujo casi un 50% debido a las restricciones de movilidad impuestas por el Gobierno producto de la pandemia COVID-19.

Figura 8.5: Pasajeros transportados al año en ferrocarril, período 2008 – 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de EFE

4

Requerimientos y cuantificación del déficit 2022 – 2031

Planes de desarrollo ferroviario

Como se mencionó en las secciones anteriores, el plan trienal 2020-2022 de EFE considera inversiones por 1.831,7 millones de US\$, de los cuales 560,3 millones de US\$ corresponden a montos de inversión comprometidos en los planes trienales anteriores (2014-2016 y 2017-2019) y 1.271,4 millones de US\$ corresponden a un conjunto de nuevas inversiones comprometidas hasta el año 2022, desagregado según se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 8.5: Inversiones Plan Trienal 2020 – 2022 de EFE

Inversiones	2020 MM US\$	2021 MM US\$	2022 MM US\$	2020 – 2022 MMUS\$
Plan Trienal 2014-2016	10,1	0	0	10,1
Plan Trienal 2017-2019	209,6	283,1	57,5	550,2
Plan Trienal 2020-2022	266,7	396	608,7	1.271,4
Prog. 1 Expansión Proyectos de Pasajeros Estratégicos (Melitren)	152	195	431	778
Prog. 1 Expansión Proyectos de Pasajeros	2,6	11,6	10,7	24,9
Prog. 2 Expansión Proyectos de Carga	45,5	19	6,7	71,2
Prog. 3 Reposición y Normalización Infraestructura y Sistemas	57,1	153,7	144,4	355,2
Prog. 4 Seguridad y Continuidad Operacional	9,5	16,7	15,9	42,1

Fuente: EFE



Dentro de las inversiones definidas en el Plan Trienal se han considerado tres proyectos denominados estratégicos para EFE y cuyas inversiones se proyectan más allá del año 2022. Estos proyectos corresponden a los siguientes:

- **Servicio de Pasajeros Metrotren Melipilla (Melitren):** El proyecto considera una inversión de 1.554 millones de US\$ para la habilitación de un servicio de pasajeros que conecta Santiago con las comunas rurales de la zona sur-pendiente de la Región Metropolitana (Padre Hurtado, Peñaflores, Talagante, El Monte y Melipilla).

La iniciativa considera la construcción de 11 estaciones en un trayecto de 61 km de extensión, se estima que tendrá una demanda aproximada de 50 millones de pasajeros anuales y se espera que entre en operación en el año 2025.

- **Reposición de Infraestructura Ferroviaria Costa Norte:** El proyecto considera la reposición de infraestructura en el corredor ferroviario Santiago-Valparaíso/Ventanas y contempla una inversión de aproximadamente 53 millones de US\$.

- **Construcción Puente Biobío:** El proyecto contempla la construcción de un nuevo viaducto de 1,8 km de longitud con dos vías electrificadas para el uso mixto de trenes de carga y pasajeros en la ciudad de Concepción. La inversión estimada del proyecto es de 220 millones de US\$.

Del total de inversiones proyectadas para los años 2020 y 2021, se ha supuesto que las inversiones provenientes de los planes trienales 2014-2016 y 2017-2019 han sido ejecutadas en su totalidad. Mientras que, en el período 2020-2022 se presentan atrasos en la implementación de los proyectos más importantes para EFE (como el tren Santiago – Melipilla), estimándose que un 70% de la inversión estimada para los años 2020 y 2021 debiera ejecutarse durante el quinquenio 2022-2026. Así las inversiones pendientes provenientes del Plan Trienal son 1.957 millones de US\$ distribuidas según la siguiente tabla.

Tabla 8.6: Total inversiones consideradas del Plan Trienal 2020-2022 no ejecutadas

Inversiones	Pendientes por ejecutar 2020-2021 MM US\$	Por ejecutar 2022-2026 MM US\$	Total MM US\$
Prog. 1 Expansión Proyectos de Pasajeros Estratégicos (Melitren)	243	1.207	1.450
Prog. 1 Expansión Proyectos de Pasajeros	10	11	21
Prog. 2 Expansión Proyectos de Carga	45	40	85
Prog. 3 Reposición y Normalización Infraestructura y Sistemas	148	220	367
Prog. 4 Seguridad y Continuidad Operacional	18	16	34
Total	464	1.493	1.957

Fuente: Elaboración propia en base a Plan Trienal de EFE y avance de proyectos

Además de los proyectos que forman parte del Plan Trienal, EFE tiene contemplado una serie de proyectos a largo plazo que forman parte del Plan Chile sobre Rieles y que consiste en un plan de inversiones para el desarrollo ferroviario que contempla más de 5 mil millones de dólares y que, al 2027, permitirá llegar a 150 millones de pasajeros transportados al año y duplicar la carga transportada.

Dentro de los proyectos considerados en el plan destacan:

- **Tren de Pasajeros Santiago – Batuco:** El proyecto considera la construcción de un tren de pasajeros que conecte Santiago con las comunas de la zona norte de la Región Metropolitana y espera movilizar anualmente 21 millones de pasajeros. Considera una inversión de 663 millones de US\$, en abril de 2020 fue emitida la Resolución de Calificación Ambiental y se espera que inicie sus operaciones el año 2025.
- **Extensión Metro Valparaíso:** El proyecto considera la extensión del Merval a las comunas de Quillota y La Calera, y transportará 12 millones de nuevos pasajeros anualmente. El proyecto considera una inversión de 450 millones de US\$ y se espera su puesta en marcha para el año 2027.
- **Corredor ferroviario de carga Santiago – San Antonio:** El proyecto consiste en la construcción de desvíos de 600 m en una primera fase y luego alargar estos desvíos a 1.250 m, aumentar la velocidad de operación del corredor, cambios en el sistema de movilización de los trenes e incluye la construcción de un Centro de Intercambio Modal (CIM) en las afueras de Santiago el cual deberá contar con infraestructura para entregar servicios a la carga (almacenamiento, bodegas, consolidación/desconsolidación, entre otros). El proyecto considera una inversión de aproximadamente 1.126 millones de US\$ y se estima que la primera etapa (desvíos de 600 m) entren en operación el año 2025 mientras que el CIM entraría en operación el año 2032.

Por último, el Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos 2021 del MTT presenta los proyectos de accesibilidad vial y ferroviaria a los puertos del país que se encuentran actualmente en alguna etapa de desarrollo. Respecto de los proyectos ferroviarios se identificaron 20 iniciativas asociadas a los distintos puertos del país (incluido el corredor ferroviario de carga Santiago San Antonio y la construcción del Puente Biobío), de las cuales 11 se encuentran detenidas o descartadas producto de los efectos de la pandemia de COVID-19.

Tabla 8.7: Proyectos de accesibilidad ferroviaria a los puertos del país, año 2021

Puerto	Proyectos en desarrollo	Proyectos Detenidos/descartados
Arica	1	3
Iquique	0	0
Antofagasta	0	2
Coquimbo	2	1
Valparaíso	0	2
San Antonio	3	0
San Vicente/Talcahuano	3	3
Puerto Montt	0	0
Chacabuco	0	0
Punta Arenas	0	0
Total	9	11

Fuente: Elaboración propia con dato del PNATP 2021 del MTT

En la siguiente tabla se presentan los proyectos que se encuentran en alguna etapa de desarrollo, según puerto y etapa de desarrollo.

Tabla 8.8: Proyectos de accesibilidad ferroviaria por puerto y etapa del proyecto

Puerto	Código	Proyecto	Etapa proyecto	Descripción etapa	Inversión (MM US\$)
Arica	PAF11A	Reemplaza de rieles de la vía férrea de acceso al Puerto de Arica	Construcción	Reemplazo de 7,0 km de rieles Tipo Arica	12,2
Coquimbo	PAF41	Construcción de Mercado del Mar para trasladar puestos de comida y despejar vía férrea de acceso al Puerto de Coquimbo	Coordinación	Re-evaluación del proyecto y posterior licitación de obras que restan por finalizar	8,7
	PAF42	Proyecto de reserva y protección faja vía de acceso al puerto para la construcción de un corredor a nivel bimodal (camión -tren)	Coordinación	Postulación a RS para estudio de Prefactibilidad del Corredor Bimodal	1,5
San Antonio	PAF62	Mejoramiento Terminal Intermodal Barrancas	Coordinación	Definición de modelo de operación y negocio	12,9
	PAF63	Modificación Cruce Ferroviario Pablo Neruda	Coordinación	Licitación y adjudicación de estudio de Ingeniería Básica acceso a Puerto Exterior	84,2
	PAF64-65-66-67	Mejoramiento Corredor Ferroportuario Santiago - San Antonio	En estudio	Estudio Complementarios de Factibilidad	1.126
San Vicente	PAF71	Nuevo Puente Biobío y nuevo Túnel Chepe	Coordinación	Obtención de RS para ejecución de obras	220
	PAF72A	Mejoramiento de sistema de señalización ferroviaria	Coordinación	Licitación de Ingeniería de Detalle	67,2
	PAF75	Aumento de capacidad última milla ferroviaria (tramo ferroviario que une la Estación El Arenal con el Puerto de San Vicente)	En estudio	Desarrollo de Estudio de Prefactibilidad	1,6

Fuente: Elaboración propia con datos del PNATP 2021 del MTT

Adicional a estos proyectos, se mantienen suspendidas (debido a los efectos de la pandemia de COVID-19) dos iniciativas que pretenden conectar Santiago y Valparaíso. La primera corresponde a un proyecto del consorcio TVS que considera la inversión de 2.800 millones de US\$ para la construcción de un tren de alta velocidad para el transporte de pasajeros y de carga con una extensión de 85 km y cuatro estaciones (Santiago, Casablanca, Viña del Mar y Valparaíso).

La segunda opción, que cuenta con similares características, es desarrollada por las empresas Agunsa (chilena), FCC y Talgo (españolas) y contempla una ruta entre la Estación Mapocho, Til Til, Olmué, Limache, Viña del Mar y Valparaíso.

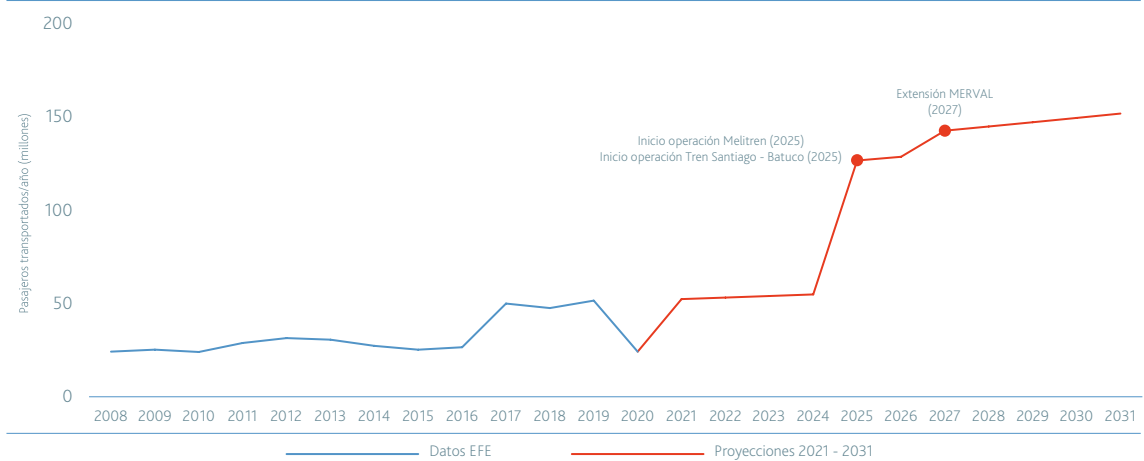
Proyecciones de demanda

Como se mencionó anteriormente los principales objetivos de EFE, de acuerdo a sus planes de desarrollo, son triplicar el número de pasajeros transportados y duplicar la cantidad de carga transportada hacia el año 2027, alcanzando los 150 millones de pasajeros al año y 21 millones de toneladas de carga transportada.

Considerando la tendencia histórica de movimiento de pasajeros en ferrocarril y, si se cumplen las inversiones previstas dentro de los plazos señalados se espera un importante aumento en el número de pasajeros transportados en los próximos años.

En la figura a continuación se muestra la demanda histórica de pasajeros y las proyecciones de EFE para los próximos años considerando los proyectos presentados en el punto anterior.

Figura 8.6: Proyección de demanda de pasajeros, período 2021 – 2031



Fuente: Elaboración propia con datos de EFE

En la figura anterior se observa una baja en el número de pasajeros transportados durante el año 2020 debido a los efectos de la pandemia de COVID-19 y las restricciones a la movilidad impuestas por la Autoridad Sanitaria.

En el caso del transporte de carga se espera que el ferrocarril aumente su participación en los próximos años y alcance entre un 30% de la carga transportada a nivel nacional hacia el año 2030.

En la figura a continuación se muestra la demanda histórica de carga movilizada en ferrocarril a nivel nacional y las proyecciones de EFE para los próximos años considerando los proyectos presentados en el punto anterior. Cabe destacar que con la entrada en operación del primer terminal del Puerto Exterior (prevista para el año 2031) se estima que la carga movilizada en tren podría llegar a los 50 millones de toneladas.

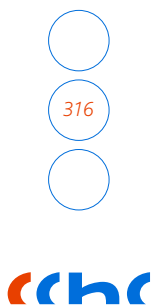
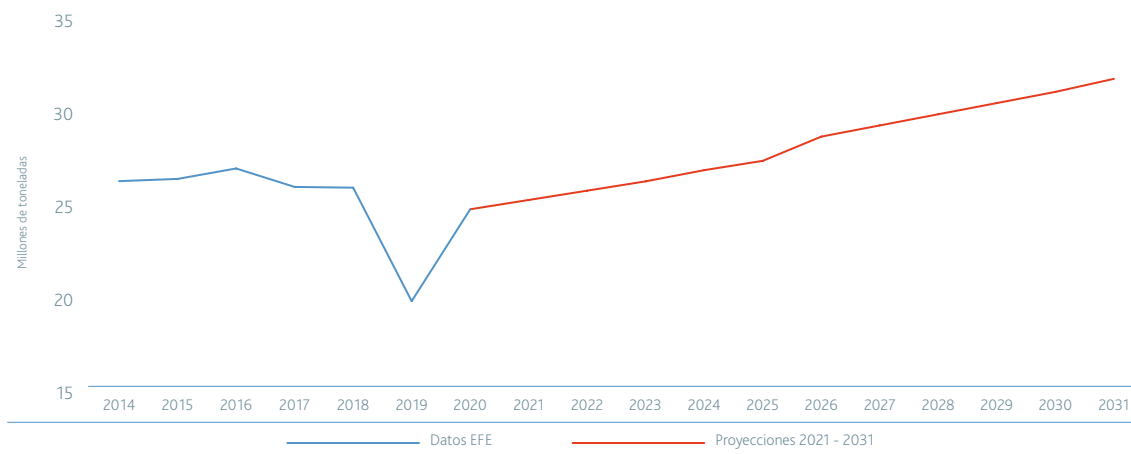


Figura 8.7: Proyección de carga movilizada en ferrocarril, período 2021 – 2031



Fuente: Elaboración propia con datos de EFE

En la figura anterior se observa una disminución en la carga movilizada en tren durante el año 2019, esto debido a la menor carga movilizada por los puertos del país como consecuencia de un menor crecimiento económico chileno y mundial, producto de la incertidumbre global generada por la guerra comercial entre China y Estados Unidos, la salida de Reino Unido de la Unión Europea, entre otros factores produjeron que el comercio exterior se contrajera un 7,4% en comparación con el año 2018¹⁴. El año 2020 se observa una recuperación en los niveles de carga movilizada en tren, sin embargo, estos aún son menores a los del período 2014 – 2018 debido a los efectos de la pandemia de COVID-19.

¹⁴ https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/reporte-trimestral/comercio-exterior-de-chile-anual-2019.pdf?sfvrsn=1eb0bb58_0

Cuantificación del déficit de infraestructura 2022 – 2031

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las inversiones programadas y su distribución en el tiempo según el Plan Trienal 2020 – 2022 de EFE y otros planes revisados, los que responden a la estimación de demanda realizada por EFE.

Tabla 8.9: Inversiones proyectadas (en millones de US\$)

Proyecto	2022-2026* (MM US\$)	2027-2031 (MM US\$)	Total 2022-2031 (MM US\$)
Expansión proyectos de pasajeros estratégicos (Melitren)	1.450		1.450
Expansión proyectos de pasajeros	21		21
Expansión proyectos de carga	85		85
Reposición y normalización infraestructura y sistemas	367		367
Seguridad y continuidad operacional	34		34
Total Plan Trienal	1.957		1.957
Proyectos de accesibilidad ferroviaria a puertos**	103	2	104
Total PNAT	103	2	104
Corredor ferroviario de carga Santiago – San Antonio	500	626	1.126
Tren de pasajeros Santiago - Batuco	663		663
Construcción Puente Biobío		220	220
Extensión Merval	450		450
Total proyectos EFE	1.613	846	2.459
Total	3.673	848	4.520

* Considera estimación de inversión no ejecutada del Plan Trienal de EFE de los años 2020 y 2021 según Tabla 6

** No incluye proyectos "Corredor ferroviario de carga Santiago – San Antonio" y "Construcción Puente Biobío"

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que las inversiones proyectadas en el sector ferroviario para la próxima década alcanzan aproximadamente 4.520 millones de US\$, de los cuales se estima que 3.673 millones de US\$ ejecutados en los próximos 5 años y cerca de 850 millones de US\$ durante el período 2027-2031.

En el caso de los proyectos a largo plazo, estos representan casi 2.500 millones de US\$ y la mayoría se encuentra en las primeras etapas del ciclo de vida de un proyecto (estudios de factibilidad, evaluación de impacto ambiental) por lo que las fechas podrían variar, sin embargo, se espera que todos ellos entren en operación durante el período 2025 – 2035.

En la tabla a continuación se muestran las inversiones por región.

Tabla 8.10: Inversiones proyectadas por región (en millones de US\$)

Región	2022-2026 (MM US\$)	2027-2031 (MM US\$)	Total 2022-2031 (MM US\$)
Arica y Parinacota	12		12
Coquimbo	10		10
Valparaíso*	713	313	1.026
Metropolitana**	2.363	313	2.676
Biobío	67	222	289
Plan Trienal***	507		507
Total	3.673	848	4.520

* Incluye 50% de la inversión del proyecto de Corredor Ferroviario de carga Santiago – San Antonio.

** Incluye Proyecto Melitren y 50% de la inversión del proyecto Corredor Ferroviario de carga Santiago – San Antonio.

*** Incluye proyectos de expansión de trenes de pasajeros y de carga, proyectos de reposición y normalización de infraestructura y proyectos de seguridad y continuidad operacional. La localización de estos proyectos se desconoce.

Fuente: Elaboración propia



El monto total de inversión disminuye en comparación con el ICD 2018-2027 debido principalmente a la detención de algunos proyectos como, por ejemplo, el tren Santiago – Valparaíso que representa una inversión de 1.600 millones de dólares. Sin embargo, la caída se ve atenuada por la entrada de nuevos proyectos asociados al plan de impulso al ferrocarril desarrollado por el Gobierno, como el Corredor Ferroviario de Carga Santiago – San Antonio.

En efecto, en el período 2022-2031 se adicionan 104 millones de dólares asociados a proyectos de accesibilidad a los puertos que forman parte del Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos, mientras que el Plan Trienal 2020-2022 se quintuplica en relación con el periodo anterior, esto en línea con las metas impuestas por el Estado de promover el uso del ferrocarril y por el escaso avance de la materialización de proyectos que eran parte del plan trienal 2017-2019, adicionando 550 millones de US\$ al Plan Trienal actual.

Tabla 8.11: Comparación entre Inversión estimada ICD 2018-2027 e ICD 2022-2031

	ICD 2018-2027(*)	ICD 2022-2031
Plan trienal	556	1.957
PNAT	0	104
Inversión EFE/ Proyectos a largo Plazo	4.977**	2.459
Total	5.533	4.520

* Incluye la inversión estimada para el decenio 2018-2027 (aproximadamente 3.000 millones de US\$) y otros post 2027 (aproximadamente 2.500 millones de US\$)

** Incluye monto de inversión asociada a iniciativa privada de tren rápido entre Santiago y Valparaíso

Fuente: Elaboración propia

En general los proyectos presentan pocos avances en relación con el ICD 2018-2027. Por ejemplo, el proyecto de tren Santiago – Melipilla ha invertido 54 millones de US\$ hasta el año 2020 (aproximadamente el 5% de la inversión total) asociado a obras de construcción de pasos vehiculares desnivelados, puentes y sondeos arqueológicos para las futuras estaciones.

De igual manera la extensión del Metro de Valparaíso (Merval) finalizó los estudios de ingeniería básica el año 2020 (con una inversión de 7 millones de US\$, equivalente al 2% de la inversión total del proyecto) y se encuentra realizando los estudios de impacto ambiental, mientras que el tren Santiago – Batuco cuenta con Resolución de Calificación Ambiental desde el año 2019 y se encuentra a la espera del inicio de la construcción, al igual que el Puente Biobío que cuenta con aprobación ambiental desde el año 2020 y el MOP dio inicio a las obras el primer semestre de 2021.

5 Recomendaciones de acción

Dadas las ventajas competitivas que presenta el ferrocarril frente a otros modos de transporte, en especial frente al camión en el ámbito portuario, es relevante realizar la inversión en infraestructura que permita aumentar la capacidad de carga de los corredores ferroviarios. En particular, para la zona central del país, se tiene que la capacidad de la vía férrea es insuficiente para atender las proyecciones de tráfico esperadas, las que podrían llegar hasta 50 millones de toneladas, debido principalmente a la entrada en operación del puerto exterior.

La inversión debe apuntar a modernizar la red ferroviaria, la que debe permitir la operación de trenes más largos y uso de doble stacking, es decir, el transporte de dos contenedores por carro. También debe considerar la implementación de tecnología de comunicación que permita la coordinación y programación eficiente de los canales de circulación.

Para los siguientes años, se estima una inversión de más de 5.000 millones de dólares en proyectos de infraestructura ferroviaria, la que considera importantes desarrollos como es el corredor de carga entre Santiago y San Antonio, con una inversión de más de 1.100 millones de dólares, que modernizará y aumentará la capacidad de la red en el corredor, junto con favorecer la integración bimodal entre tren y camión.

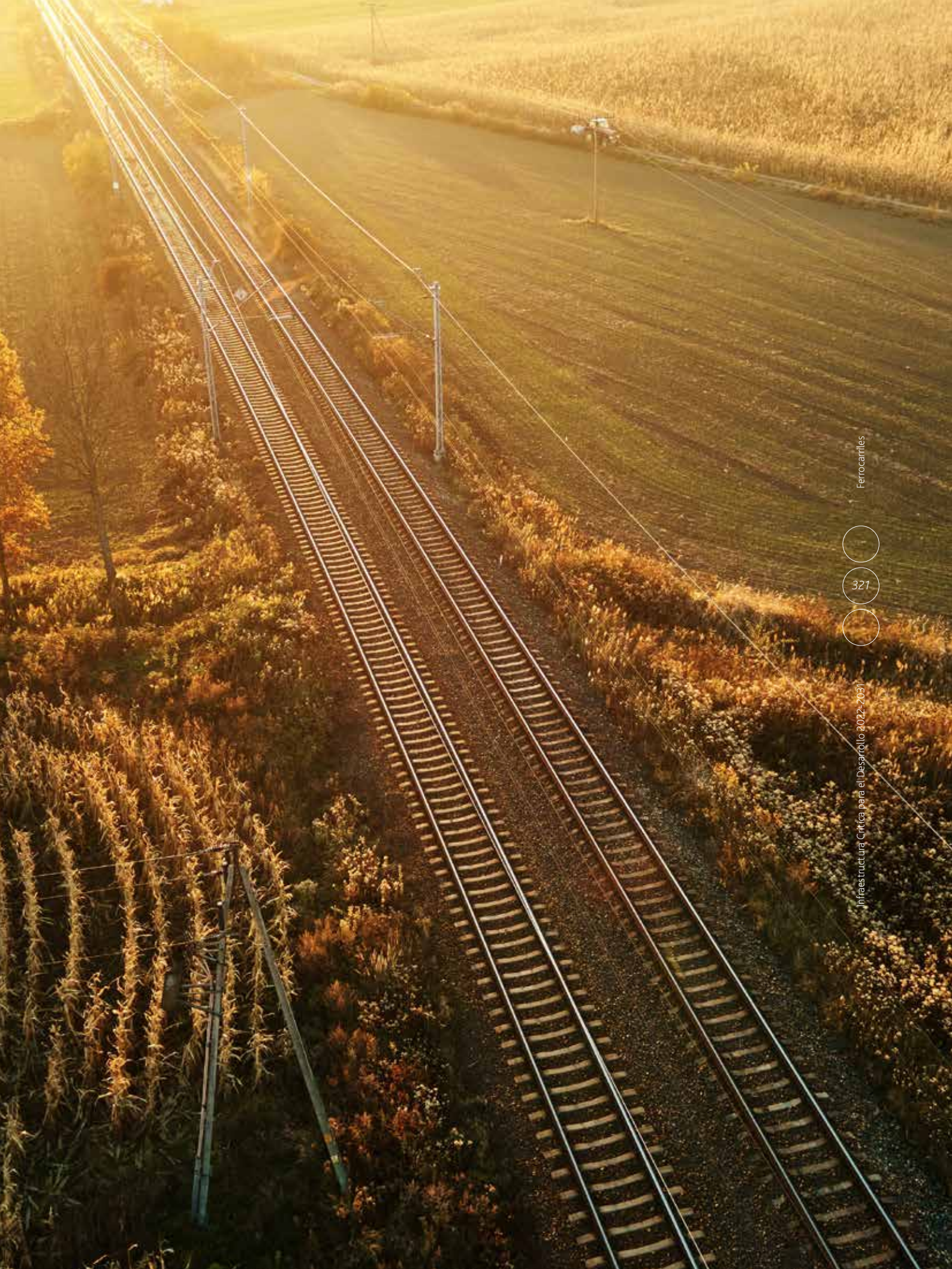
En cuanto al transporte de pasajeros, se invertirán 2.000 millones de dólares en proyectos de este ámbito, como el tren Santiago-Melipilla y Santiago-Batuco. Esta iniciativa sigue la misma línea de proyectos anteriores, los que han mejorado la conectividad de ciudades cercanas a Santiago, como Rancagua y Nos. Ahora bien, es conveniente que la puesta en marcha de los proyectos ferroviarios vaya acompañada de medidas que favorezcan sinergias con otros modos. Por lo demás, estos casos de éxito deben replicarse en regiones, por lo que se recomienda avanzar en las iniciativas de servicios ferroviarios regionales. Algunos ejemplos, que ya han sido estudiados, incluyen el tren Temuco-Padre Las Casas y el servicio Alerce-Puerto Montt.

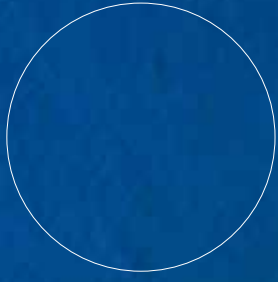
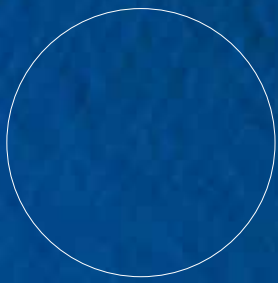
Las inversiones señaladas apuntan a aumentar la participación del tren. Sin embargo, para su éxito se requiere que el sistema ferroviario de Chile esté al amparo de una autoridad logística nacional, que implemente las gobernanzas adecuadas a los diferentes proyectos, flexibilizando los modelos de negocio. De igual manera, se requiere que establezca las directrices para la implementación de infraestructura terrestre que considere las soluciones viales para todos los modos terrestres.

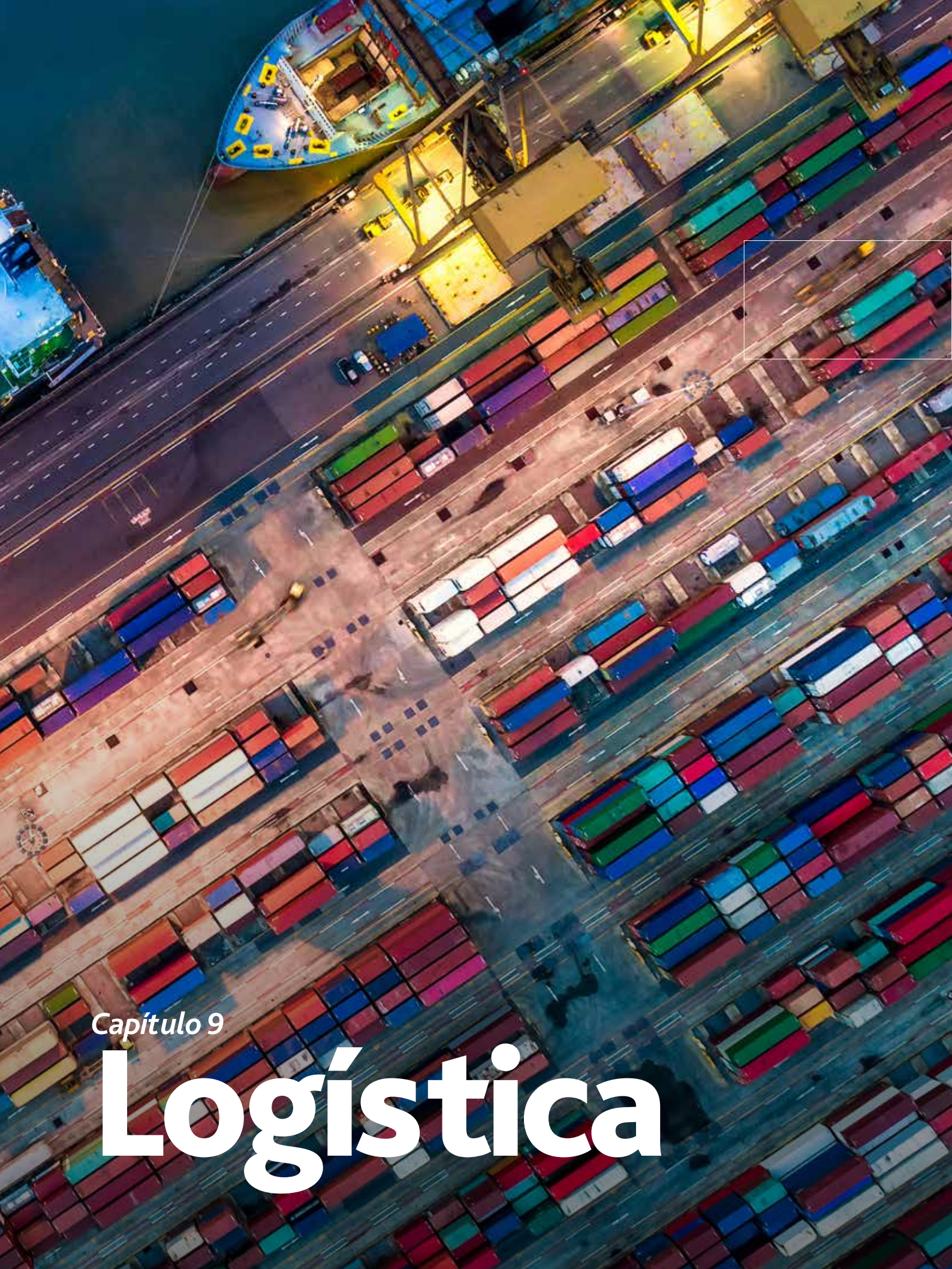
Así mismo, es necesario modernizar el sistema ferroviario nacional generando una nueva ley, que establezca la posibilidad de incorporar la concesión de manera más directa al modo ferroviario y genere condiciones atractivas que atraigan inversores que cuenten con el "know how" necesario para prestar un servicio eficiente, similar a la ocurrido con la ley de modernización portuaria.



ccbc







Capítulo 9

Logística

1 Resumen ejecutivo

El avance en el desarrollo logístico de Chile, actualmente, es superior a otros países de Latinoamérica, pero inferior a países de la OCDE. Una de las principales diferencias con estos últimos países es la infraestructura construida con este fin. Al ser un factor fundamental en el desarrollo nacional, debe analizarse el estado actual de este tipo de infraestructura. Para hacerlo, este capítulo realiza una comparación inicial de indicadores con respecto a otras economías. Posteriormente se analizan los futuros proyectos logísticos de Chile y, finalmente, es cuantificada la inversión de los próximos diez años.

En el país, el sector logístico se divide de acuerdo con los distintos modos involucrados. En particular, transporte en camión, ferroviario, marítimo y aéreo. La planificación del desarrollo del sector logístico del país está a cargo del Programa de Desarrollo Logístico de la Subsecretaría de Transportes que, dentro de otros proyectos, genera insumos para resumir las iniciativas de inversión, conocidos como Planes Maestro Logísticos.

En términos nacionales, el Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos (PNATP) 2021 considera una inversión de 4.170 millones de US\$, en los que destacan las inversiones en los puertos de Arica, Antofagasta y San Antonio. Este plan incluye 49 proyectos (17 de ellos detenidos por los efectos económicos de la pandemia COVID-19) que incluyen Zonas de Apoyo Logístico (ZAL), accesibilidad ferroviaria y accesibilidad vial. En términos internacionales, existen proyectos iniciales que buscan fomentar la conexión comercial con países latinoamericanos y mercados de Asia-Pacífico. El corredor Bioceánico Chile – Brasil y el Túnel de Agua Negra son algunos ejemplos.

Así, deben mantenerse las inversiones en infraestructura logística, para aumentar la capacidad portuaria y de infraestructura logística de apoyo. Pero, estos esfuerzos deben ir acompañados de proyectos que fomenten la interconectividad entre distintos modos logísticos, como son el transporte rodoviario y ferroviario. Además, es aconsejable articular a los distintos actores de este rubro mediante una entidad institucional, normativa y gobernanza. Por último, e igualmente importante, se debe trabajar en la inclusión de herramientas tecnológicas que mejoren la comunicación y digitalización de la cadena logística. En la Tabla 9.1, se resume la estimación de inversión para el periodo 2022-2031.



Tabla 9.1: Resumen de inversión por región, periodo 2022-2031 (millones de US\$)

Región	Inversión ICD 2022-2031		
	2022-2026	2027-2031	Total 2022-2031
Arica y Parinacota	16	30	46
Tarapacá	115	1	115
Antofagasta	141	224	365
Coquimbo	25	0	25
Valparaíso	448	175	622
Bio Bío	314	9	323
Los Lagos	71	0	71
Magallanes y la Antártica Chilena	0	35	35
Total	1.129	474	1.603

Fuente: Elaboración propia

2

Reseña sector logístico

La logística es uno de los procesos clave para el funcionamiento de las cadenas de suministro. El término “logística” se refiere a los procesos de planificación, implementación y control, que aseguran un flujo eficiente de bienes, servicios e información a lo largo de la cadena de suministro, desde los proveedores de materia prima hasta el consumidor final, a fin de satisfacer los requerimientos de este último (CSCMP, 2020; Mangan et al., 2020). Existe evidencia, a nivel internacional, que demuestra el impacto positivo que tiene el buen desempeño logístico en el desarrollo de un país.

Desde la edición anterior del Informe de Infraestructura Crítica para el Desarrollo se comenzó a analizar el sector logístico del país dado su importancia para el desarrollo de un país.

Como se mencionó en la reseña de puertos, uno de los principales indicadores a nivel internacional, que mide el desempeño logístico de los países es el Índice de Desempeño Logístico (LPI). Este indicador va de 0 a 5 puntos y es construido por el Banco Mundial a partir de datos de encuestas a profesionales del sector. El índice general está compuesto por seis componentes: eficiencia aduanera y trámites fronterizos, calidad de la infraestructura para el transporte y el comercio, facilidad de completar acuerdos internacionales, competencia y calidad de los servicios logísticos, capacidad para rastrear y monitorear los envíos y frecuencia con la que los envíos llegan dentro del margen de tiempo previsto.

Chile se encuentra en el puesto 34 de 160 países con un LPI que alcanza un valor de 3,32. En comparación con el resto del mundo, Chile está muy por encima del promedio de Latinoamérica (2,66), supera levemente el promedio de los países del Asia-Pacífico (3,13) y se encuentra por debajo del promedio de Europa (3,40). Sin embargo, en el componente de infraestructura del LPI, tanto Chile como Latinoamérica se encuentran por debajo de los países desarrollados de la OCDE y de la región del Asia-Pacífico.

La brecha que existe en el desempeño en temas de infraestructura en Chile y Latinoamérica respecto de otros países más desarrollados es un tema de preocupación ya que, la infraestructura logística de un país es un habilitador clave para el desarrollo del comercio internacional y para el crecimiento económico.

Por lo tanto, el principal desafío de Chile en materia logística es invertir en este tipo de infraestructura que permita disminuir la brecha que existe hoy con los países desarrollados, ya que, como se señala en el estudio “Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción” del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)¹ un aumento de un punto del indicador de infraestructura del LPI significa un aumento del 5% en las exportaciones del país (en US\$).

En el documento señalado anteriormente, el BID identifica los principales desafíos de la infraestructura logística para América Latina y el Caribe, los cuales se señalan a continuación:

- En cuanto al **transporte de carga por carretera** los principales aspectos a mejorar son la calidad del servicio (tasa de ocupación, distancia recorrida, eficiencia energética y reducción de contaminantes) y la infraestructura de las carreteras (mejorar el estado de las vías de conexión, mejorar la conectividad



326



¹ <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Logistica-en-America-Latina-y-el-Caribe-Oportunidades-desafios-y-lineas-de-accion.pdf>

de la red logística, preparar la red vial para los efectos del cambio climático). En el caso de Chile, si bien presenta en general mejores indicadores que el resto de la región tiene importantes desafíos en cuanto a mejorar la calidad del servicio del transporte de carga por carretera y mejorar la conectividad entre los puntos de generación/atracción de la carga y los puntos de entrada/salida de la carga del país (principalmente puertos).

- En el caso del **transporte de carga por ferrocarril** el principal desafío, tanto en Chile como en Latinoamérica, es aumentar el porcentaje de participación de este modo en el transporte de carga, para lograr eficiencias particularmente en el movimiento de grandes volúmenes de un mismo tipo de carga y de accesibilidad a los puertos. Para ello se requiere que los Estados inviertan en expandir la calidad y conectividad de las redes férreas, así como mejorar la calidad, eficiencia y competitividad de los servicios ferroviarios. En este sentido, Chile ha invertido cerca de 4.000 millones de US\$ en infraestructura ferroviaria en los últimos 5 años y cuenta con un plan a largo plazo que estima inversiones por una suma de 5.570 millones de US\$.
- Respecto del **transporte marítimo**, el principal desafío es adaptar y actualizar la gobernanza y la capacidad institucional de los puertos de la región al escenario actual del comercio internacional y del sector portuario y, mejorar el desempeño portuario a través de la implementación de nuevas tecnologías e infraestructura que permitan atender de manera más eficiente la carga.
- En el caso del **transporte aéreo**, si bien la participación en el transporte de carga es reducida en la región y está limitado al transporte de cadenas de valor mayor agregado, como son minerales preciosos y cargas perecibles, éste tiene un potencial de crecimiento especialmente en dicho segmento. Sin embargo, para ello es necesario invertir en mejorar la eficiencia de los procesos de carga y la infraestructura aeroportuaria especializada que permita transferir mayores volúmenes de carga y entregar un servicio más eficiente.

Además de los desafíos en infraestructura logística, para alcanzar niveles de eficiencia hay también necesidades de avanzar en mejoras tecnológicas y gestión de procesos.² En Chile se ha avanzado en esto generando los planes maestros logísticos, el observatorio logístico y el Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre que incluye proyectos de Zonas de Apoyo Logístico.

A pesar de los esfuerzos de Chile en esta materia, estos se han visto frenados debido a los efectos que ha tenido la pandemia de COVID-19 sobre la cadena logística, en los últimos dos años. Las restricciones de movilidad impuestas por los distintos gobiernos, la baja disponibilidad de stock de algunos productos y la menor producción de los países, ha generado un impacto sobre el comercio internacional, aumentando los costos y tiempos de transporte, lo que tiene un efecto directo en la cadena logística. En efecto, la transferencia de carga portuaria en el país disminuyó un 8,8% entre los años 2018 y 2020 de acuerdo con datos de DIRECTEMAR.

Sin embargo, se observa una recuperación en el comercio internacional. Por ejemplo, el primer semestre del 2021 se observó un aumento de un 12,5% en la carga transferida por los puertos del país en comparación con igual período del año 2020 según datos de SEP. Las expectativas de crecimiento dependen en gran medida de la reducción en las restricciones asociadas al COVID-19 y una mejora en las condiciones económicas, por lo que todavía sigue existiendo cierto grado de incertidumbre en cuanto a la recuperación.

² <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/conoce-las-tendencias-en-logistica-2021-segun-el-iebs/>

3

Situación actual

En la actualidad el Programa de Desarrollo Logístico de la Subsecretaría de Transportes es la unidad dentro del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones encargada del desarrollo de políticas y planes que impulsen la mejora continua en la eficiencia del sector logístico en el país.

Como parte de sus funciones el Programa se preocupa de *la planificación de infraestructura que integre distintos modos de transporte, del desarrollo de procesos y sistemas que faciliten la eficiencia en el flujo físico y documental de las cargas, de la recolección y procesamiento de información básica que monitoree el desempeño logístico a nivel nacional, y del mejoramiento de los sistemas de toma de decisiones y gobierno de proyectos logísticos, que por regla general tienen ciclos de vida extensos*³.

Dentro de los proyectos más importantes desarrollados por el Programa de Desarrollo Logístico se encuentran:

- El desarrollo de Planes Maestros Logísticos cuyo objetivo es generar una cartera de iniciativas de infraestructura, de sistemas de información, de sostenibilidad y de regulación y gobernanza que permitan mejorar la eficiencia del sector logístico nacional.

Estos planes están siendo desarrollados a nivel de macrozonas agrupando a las regiones del país de acuerdo con sus similitudes en sus vocaciones productivas, patrones de población y dotaciones de infraestructura. Las 4 macrozonas son: Norte (Arica a Atacama), Centro (Coquimbo a Maule), Sur (Ñuble a Los Ríos) y Sur Austral (Los Lagos a Magallanes).

- Observatorio Logístico cuyo objetivo es poner a disposición información estadística del sector logístico nacional. El Observatorio entrega estadísticas de movimiento de carga en distintos modos de transporte (carretero, ferroviario, marítimo, aéreo), además de otros indicadores del comercio exterior nacional y de la infraestructura logística del país.
- Plan Nacional Accesibilidad Terrestre a Puertos cuyo objetivo es la coordinación entre organismos públicos y privados, entregando información actualizada respecto de proyectos de accesibilidad a los puertos del país.
- Proyecto Red Logística Gran Escala que conforma un conjunto de recursos y proyectos de infraestructura portuaria, vial, ferroviaria y de logística ideados para el servicio eficiente y seguro de transporte de carga a través de los puertos de la macrozona central.

A partir de los objetivos señalados en cada uno de los proyectos anteriores se desprenden una serie de proyectos e iniciativas relacionados con la mejora en la eficiencia de la logística del país.



³ <http://www.logistica.mtt.cl/>

Proyectos e iniciativas

- Zonas de Apoyo Logístico (ZAL)

Actualmente existen dos Zonas de Apoyo Logístico en operación en el país:

i) Arica, que cuenta con un antepuerto con capacidad para 216 camiones diarios y que tiene proyectado la construcción de una Zona de Extensión Portuaria para albergar la carga para atender la carga con destino a Bolivia y ii) Valparaíso, que cuenta con la ZEAL que corresponde a un recinto extraportuario de aproximadamente 25 Ha que cuenta con servicios de almacenamiento e inspección a la carga de importación y exportación que se dirigen al puerto.

Además, los puertos de San Antonio y Antofagasta tienen planificado la construcción de sus propias áreas de apoyo logístico. En el caso de San Antonio tienen proyectado la construcción de un antepuerto que permita regular la frecuencia de camiones que se dirigen al puerto y así descongestionar las vías de acceso al puerto, mientras que en el caso de Antofagasta en el segundo semestre de 2020 entró en operación el proyecto Antepuerto Portezuelo del Puerto de Antofagasta, que presta atención a la carga proveniente de Bolivia y, además, se encuentra en etapa de licitación el proyecto de Zona de Desarrollo Logístico Capricornio (Ex La Negra) que consta de una zona de respaldo portuario, una zona de servicios y descanso de camiones, una zona franca para la carga proveniente de Paraguay y una zona de apoyo a Pymes Logísticas.

- Corredor Ferroviario de carga Santiago – San Antonio + CIM

La Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) se encuentra desarrollando el proyecto de mejoramiento del corredor ferroportuario Santiago – San Antonio el cual forma parte del Plan del MTT para aumentar a un 30% la participación del tren en el transporte de carga. El proyecto consiste en la construcción de desvíos de 600 m en una primera fase y luego alargar estos desvíos a 1.250 m, aumentar la velocidad de operación del corredor, cambios en el sistema de movilización de los trenes e incluye la construcción de un Centro de Intercambio Modal en las afueras de Santiago el cual deberá contar con infraestructura para entregar servicios a la carga (almacenamiento, bodegas, consolidación/desconsolidación, entre otros)

- Planes Maestros Logísticos (PML)

En el año 2019 se desarrolló el PML de la Macrozona Norte (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama) y actualmente se encuentra en etapa de licitación el estudio para el desarrollo del PML de la Macrozona Sur (Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Lagos, Los Ríos).

El PML de la Macrozona Norte contiene una serie de iniciativas estratégicas para la mejora del sistema logístico de la macrozona y considera proyectos de infraestructura, conectividad, sistemas de información, sostenibilidad y gobernanza. En el caso de las iniciativas asociadas a infraestructura se identificaron las siguientes:

- Puertos: En el Plan se identificó la necesidad de ampliar los terminales portuarios de Arica para el año 2027 y los terminales portuarios de Mejillones hacia el año 2037 y, además, se hace necesario implementar la infraestructura y tecnología necesaria para disminuir los días de cierre de los puertos producto de condiciones climáticas adversas.
- Pasos fronterizos: Se identificó la necesidad de mejorar los accesos viales a los pasos fronterizos de la macrozona (especialmente en la Región de Atacama que no cuenta con accesos pavimentados a los recintos fronterizos), así como ampliar los horarios de atención y mejorar la conexión a internet.
- Conectividad vial: se identificó la necesidad de ampliar la capacidad de las vías que conectan los principales centros de generación de carga con los puertos/pasos fronterizos/aeropuertos de la macrozona como, por ejemplo, Ruta 5, Ruta 1 de acceso a Iquique, Ruta B-272 de acceso sur a Mejillones, Ruta C-46 que conecta Vallenar y Huasco.
- Ferrocarril: se contempla la reposición de la vía férrea Chañaral – Potrerillos y se plantea evaluar la posibilidad de conectar la red ferroviario norte con la red ferroviaria del resto del país.

- Proyectos de la RLGE⁴

El eje central de la RLGE es la construcción del Puerto Exterior en San Antonio el cual busca dar solución al aumento de la demanda proyectado para los puertos de la zona central del país.

A partir de este proyecto se han desarrollado una serie de iniciativas que buscan lograr una logística eficiente en la transferencia de las cargas. Dentro de estas iniciativas se encuentran algunas ya mencionadas anteriormente como la construcción del Antepuerto de San Antonio, el mejoramiento del corredor ferropuerto Santiago – San Antonio (que incluye un Centro de Intercambio Modal) así como la construcción de corredor ferropuerto entre Santiago y Valparaíso, entre otros.

⁴ Red Logística Gran Escala. Mayor información en: <http://www.logistica.mtt.cl/proyectos/9/red-logistica-gran-escala>

Impacto de la pandemia de COVID-19

En cuanto a los efectos que podría tener la pandemia de COVID-19 sobre el sector, es importante destacar que durante los años 2020 y 2021 el comercio exterior, al igual que el resto de las actividades productivas en el país y el mundo, se han visto afectadas por la pandemia. En particular, en el caso de las actividades relacionadas al comercio exterior, las cadenas logísticas completas han sufrido diversos efectos, los que se han relacionado principalmente a las restricciones sanitarias que imponen los países a las actividades productivas en términos de aforos, revisiones o test y duración de cuarentenas.

Uno de los principales efectos que ha generado el COVID-19 sobre el sector logístico corresponde a la sistematización del comercio electrónico, lo que ha traído aparejada una transformación de la industria, enfrentándose al cliente no desde grandes superficies de manera presencial sino que desde portales soportados con bodegas eficientes y canales de distribución efectivos, los que han presionado la industria del transporte y bodegaje de manera importante en el último tiempo, tendencia que es esperable se mantenga una vez que la pandemia pueda ser controlada.

Estos elementos sumados a los problemas que ha enfrentado el sector portuario (baja eficiencia y menores tasas de atención de naves producto de la falta de personal por contagios y cuarentenas prolongadas) y el sector transporte (falta de conductores y aumento en los costos de transporte), producirá, de acuerdo con análisis realizados por UNCTAD, que los niveles de precios de las importaciones a nivel mundial aumenten un 11% como consecuencia de la subida de los fletes. Si las tarifas de los fletes de los contenedores se mantienen en sus altos niveles actuales, se prevé que los precios al consumidor aumenten, lo que podría retrasar la recuperación del sector logístico y, por ende, retrasar las inversiones programadas en el sector.

4

Requerimientos y cuantificación del déficit 2022 – 2031

Accesibilidad de los puertos

Como se mencionó en otros capítulos, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones elabora desde el año 2013 el Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos (PNATP) el cual identifica iniciativas de inversión en capacidad portuaria y su accesibilidad a los puertos públicos hasta el año 2030. Desde el año 2019 se incorporaron los proyectos de accesibilidad ferroviaria.

En el PNATP 2021 se identificaron 49 proyectos asociados a los distintos puertos públicos del país de los cuales 17 se encuentran detenidos debido a los efectos de la pandemia de COVID-19. El monto total de inversión de los proyectos que aún se encuentran en desarrollo es de 3.696,8 millones de US\$ y las principales inversiones se concentran en los puertos de San Antonio, Valparaíso y Coquimbo.

En la siguiente tabla se muestra el número de proyectos del PNATP 2021, según puerto y estado del proyecto y el monto total de inversiones.

Tabla 9.2: Cantidad de proyectos de accesibilidad a puertos del país según estado

	Proyectos en desarrollo		Proyectos detenidos		Monto total de inversión (MM US\$)
	Número de proyectos	Monto inversión (MM US\$)	Número de proyectos	Monto inversión (MM US\$)	
Arica	2	16,4	5	29,9	46,3
Iquique	4	114,6	1	0,6	115,2
Antofagasta	3	140,5	3	224,5	365
Coquimbo	5	649,1****	0	0	649,1
Valparaíso	1	805,3***	3	174,8**	980,1
San Antonio	10	1.585,6*	0	0	1.585,6
San Vicente/Talcahuano	4	314,1	3	9	323,1
Puerto Montt	2	70,8	0	0	70,8
Chacabuco	0	0	1	0	0
Punta Arenas	1	0,3	1	34,7	35
Total	32	3.696,8	17	473,5	4.170,3
Total, descontando proyectos de concesiones viales (R66,R78,R68,R5) y proyectos urbanos de accesibilidad portuaria de Arica y Coquimbo incluidos en otros capítulos	27	1.129,5	17	473,5	1.603

*Incluye CIM y mejoramientos viales de acceso al Puerto (R78 636,4 millones de US\$, R66 501,7 millones de US\$ entre otros), no incluye mejoramiento de corredor ferroviario Santiago-San Antonio ya incluido en capítulo de FF.CC. ** No Incluye tren Santiago -Valparaíso (3.780,2 millones de US\$). ***Relicitación R68 ****Incluye tramo urbano proyecto los vilos-la serena, por 622,5 millones de US\$
Fuente: Elaboración propia a partir de información del PNATP 2021 del MTT

Dentro de los proyectos identificados en el PNATP 2021 destacan las zonas de apoyo logístico de Arica, Antofagasta y San Antonio, el mejoramiento del Terminal Barrancas en el Puerto de San Antonio y las primeras etapas del proyecto de mejoramiento del corredor ferroviario de carga Santiago – San Antonio (ya mencionado en el capítulo de FF.CC.).

En cuanto a la accesibilidad ferroviaria, tal como se mencionó en el capítulo del sector ferroviario, destacan las mejoras en los accesos de los puertos de Coquimbo y San Vicente, la construcción del Puente Biobío en la ciudad de Concepción y el reemplazo de rieles en el tramo que conecta Visviri con el Puerto de Arica.

Respecto de la accesibilidad vial, estas se asocian principalmente a mejoras en las vías de acceso a los puertos y las mejoras en la conexión entre los puertos y las principales vías de acceso de la ciudad como, por ejemplo:

- Mejoramiento Ruta 1, tramo urbano de la ciudad de Antofagasta
- Mejoramiento de calles de acceso al Puerto de Coquimbo desde la Ruta 5
- Concesionamiento del tramo urbano de la Ruta 5 entre las ciudades de La Serena y Coquimbo
- Mejoramiento Ruta 68 que conecta Santiago y Valparaíso
- Mejoramiento Ruta 78 que conecta Santiago y San Antonio
- Mejoramiento rutas de acceso a la ciudad de San Antonio
- Mejoramiento Ruta 66, acceso sur de la ciudad de San Antonio
- Mejoramiento rutas de conexión entre Puerto de San Vicente y Ruta Interportuaria

Los proyectos del PNATP se enmarcan dentro del crecimiento del entorno urbano de los puertos y el aumento de la congestión vehicular en los accesos a los mismos producto de la mayor demanda. En general estos proyectos buscan disminuir la congestión que se genera en los accesos de los puertos y así mejorar la calidad de vida de las ciudades en las que se emplazan, pero también, en algunos casos (Valparaíso, San Antonio, San Vicente) se busca mejorar las conexiones de larga distancia entre los puertos y los principales puntos de origen y destino de las cargas.

Instalaciones de respaldo a operaciones portuarias

Como se mencionó antes existen actualmente dos zonas de apoyo logístico a la actividad portuaria en el país: la ZEAL en Valparaíso y el Antepuerto del Puerto de Arica. Adicionalmente el Puerto de Antofagasta tiene planificado la construcción de una zona de apoyo logístico en el sector de La Negra mientras que, el Puerto de San Antonio se encuentra desarrollando varias iniciativas que permitan apoyar las operaciones portuarias como, por ejemplo, un antepuerto en la zona alta de la ciudad, un terminal de carga ferroviaria en las instalaciones del actual Patio Barrancas y un Centro de Intercambio Modal en la zona sur de Santiago asociado al proyecto de corredor ferroportuario.

En la siguiente tabla se presenta una breve descripción de los proyectos y los montos de inversión asociados.

Tabla 9.3: Proyectos de zonas de apoyo logístico e inversión asociada (millones de US\$)

Proyecto	Puerto	Descripción	Inversión (MM US\$)
Zona de Desarrollo Logístico Capricornio (Ex La Negra) ⁵	Antofagasta	El proyecto considera 4 zonas específicas: <ul style="list-style-type: none"> · Zona de respaldo portuario (contempla zona de almacenamiento, área de depósitos de contenedores, maestranza) · Zona de servicios y descanso de camiones · Zona franca paraguaya · Zona de apoyo Pymes Logísticas 	28,4
Zona de Regulación de Frecuencia Alto San Antonio (Antepuerto)	San Antonio	Proyecto que busca regular la frecuencia de camiones que ingresan a la ciudad en dirección al puerto con el objetivo de disminuir la congestión vial que se genera actualmente en los accesos a los terminales portuarios	25
Terminal Intermodal Barrancas	San Antonio	El proyecto considera la construcción de un nuevo terminal de contenedores provenientes del ferrocarril en las actuales instalaciones del Patio Barrancas. El nuevo terminal permitirá absorber el aumento de la demanda proyectada en los próximos años para el Puerto de San Antonio	13,2
Centro de Intercambio Modal (CIM)	San Antonio	El CIM es parte de las obras que considera el proyecto "Corredor ferroviario de carga Santiago – San Antonio" y considera la construcción de infraestructura que permita el traspaso de carga que se dirige al puerto de San Antonio desde camión al tren y que se dirija al Puerto de San Antonio	264 ⁶

Fuente: PNATP 2021 del MTT

⁵ En el ICD 2018-2027 la inversión de este proyecto se consideraba principalmente en las inversiones en Puertos. En esta versión del ICD las inversiones en los proyectos de logística se consideran completamente en el sector de logística.

⁶ Informe de Gestión 2014 – 2017. Comisión Nacional para el Desarrollo Logístico

En total, las inversiones en instalaciones de respaldo a la operación portuaria alcanzan los 330,6 millones de US\$. Adicionalmente, existen dos proyectos de zonas de extensión logística en los puertos de Arica e Iquique que actualmente se encuentran detenidos y que consideran una inversión total de 15,6 millones de US\$.

Corredores bioceánicos

Los corredores bioceánicos representan múltiples beneficios, para los países involucrados, desde el punto de vista del desarrollo económico y de la integración regional de Latinoamérica. Particularmente para Chile representa la oportunidad para posicionar al país como potencia logística de la región y como punto de conexión con los mercados internacionales del Asia-Pacífico.

En este sentido, distintos gobiernos a lo largo de los años han señalado sus intenciones de acelerar la concreción de distintos proyectos que han existido que buscan conectar los puertos del Atlántico y del Pacífico, sin embargo, los avances de estas iniciativas han sido lentos principalmente por la dificultad de los países de la región para priorizar y falta de voluntad política de los gobiernos involucrados⁷. En el año 2020, se elaboró por parte del Congreso Nacional (por solicitud de algunos parlamentarios) una minuta llamada "Corredores bioceánicos: un paso de integración"⁸ en donde se señalaba el estado de avance de distintos proyectos de corredores bioceánicos.

• Corredor Bioceánico Chile – Brasil

El corredor que conectará Porto Murinho en el Estado de Mato Grosso de Sul, Brasil con los puertos de Iquique, Antofagasta y Mejillones en el norte de Chile y que atraviesa por Paraguay y el norte de Argentina presenta un 41% de avance en las obras comprometidas a junio de 2020, según lo señalado en la minuta.

Esta iniciativa fue respaldada por la Declaración de Asunción de los presidentes de Chile, Brasil, Argentina y Paraguay en 2015 y la Declaración de Brasilia de 2017 y se estima que inicié su operación el año 2023⁹.

• Túnel de Agua Negra

El proyecto del Túnel de Agua Negra busca mejorar la conectividad de Chile y Argentina a través de la región de Coquimbo y la Provincia de San Juan mediante la construcción de un túnel de 14 km en la frontera entre estos dos países y uniría a los países que cruzan el paralelo 30° desde porto Alegre en Brasil, pasando por Uruguay y Argentina, hasta llegar a Coquimbo en Chile.

El proyecto cuenta con financiamiento por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que en 2015 confirmó un préstamo de 1.500 millones de US\$ para la construcción del corredor (72% sería pagado por el gobierno argentino y 28% por el gobierno de Chile), sin embargo, el gobierno chileno desistió del préstamo por lo que actualmente el proyecto se encuentra detenido a la espera de los resultados de las negociaciones entre ambos gobiernos.

⁷ <https://www.infraestructura-publica.cl/lento-avance-corredores-bioceanicos-atenta-mayor-acceso-mercados-del-asia/>

⁸ El documento fue preparado para la representación chilena en la Comisión Interparlamentaria de Seguimiento a la Alianza del Pacífico (CISAP), que participó en el Webinario "Corredores bioceánicos suramericanos", organizado por el Parlamento del MERCOSUR, que se llevó a cabo el día 24 de agosto de 2020.

https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29347/1/N_88_20_Corredores_bioceanicos_CHILE.pdf

⁹ <https://www.latercera.com/earlyaccess/noticia/brasil-y-chile-185-anos-de-relaciones-diplomaticas/NJ47OIVVHJFNREEAKX-GWCB4KIY/>

- **Túnel Internacional Paso Las Leñas**

Proyecto de corredor entre Mendoza, en Argentina y la Región de O'Higgins en Chile y que busca darle salida por el Pacífico a la carga argentina a través del Puerto de San Antonio. El proyecto que tiene un presupuesto estimado de 1.600 millones de US\$ se encuentra desarrollando los estudios de factibilidad y se espera que inicie los estudios ambientales, de ingeniería de detalle, del modelo de negocio y el diseño del corredor por lo que la etapa de construcción se estima que inicie en los próximos 10 años¹⁰.

- **Corredor Bahía blanca-Neuquén-Talcahuano**

El proyecto considera la construcción de un corredor ferroviario binacional que uniría el puerto de Bahía Blanca en la Provincia de Neuquén, Argentina con los puertos de la Región del Biobío en Chile a través del Paso de Pino Achado.

El proyecto cuenta con el apoyo de los gobiernos de Argentina y Chile, sin embargo, aún se encuentra en la etapa de búsqueda de financiamiento.

- **Corredor Comodoro Rivadavia – Puerto Chacabuco**

El proyecto considera la pavimentación de las rutas que conectan las localidades de Comodoro Rivadavia en Argentina con Puerto Chacabuco en Chile.

El gobierno de Chile ya finalizó las obras comprometidas para este proyecto y en la actualidad el gobierno de Argentina inició la pavimentación de los primeros 23 kilómetros del total de 100 km que considera el proyecto por el lado argentino¹¹.

Si bien los distintos gobiernos de la región reconocen la importancia de este tipo de proyectos para el expedito intercambio comercial entre los países de Sudamérica y para la conexión con los mercados del Asia-Pacífico, impulsando el desarrollo logístico y económico de la región en general estas iniciativas aún se encuentran en etapas iniciales y en general se registra un lento avance en este tipo de proyectos.

¹⁰ <https://www.bnamericas.com/es/noticias/tunel-entre-argentina-y-chile-de-us1600mn-tiene-aun-un-largo-camino-por-recorrer>

¹¹ <https://www.elpatagonico.com/inicio-la-primera-etapa-del-corredor-bioceanico-n5239827>

Proyectos sector logístico

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los montos de inversión para los proyectos del sector logístico presentados en los puntos anteriores, considerando que los proyectos que actualmente se encuentran en desarrollo deberían estar finalizados antes de finalizar este quinquenio (2022 – 2026) si se cumplen con los plazos establecidos, mientras que aquellos que se encuentran detenidos se espera que se concreten hacia el final de la década en la medida que las condiciones económicas del país lo permitan.

Tabla 9.4: Resumen de inversiones en infraestructura logística (millones de US\$)

Tipo de inversión	2022-2026 (MM US\$)	2027-2031 (MM US\$)	2022-2031 (MM US\$)
Mejoramiento de accesibilidad vial a puertos	508,8	420,4	929,2
Mejoramiento accesibilidad ferroviaria a puertos	290,1	37,6	327,6
Zona de Desarrollo Logístico Capricornio (Ex La Negra)	28,4		28,4
Zona de Regulación de Frecuencia Alto San Antonio (Antepuerto)	25		25
Terminal Intermodal Barrancas	13,2		13,2
Centro Intercambio Modal (Corredor Ferroviario de Carga Santiago – San Antonio)	264		264
Zonas de Apoyo Logístico Puertos de Arica e Iquique		15,6	15,6
Total	1.129,5	473,5	1.603

Nota: Descontando los proyectos de concesiones viales incluidos en capítulo de infraestructura vial interurbana (R66, R78, R68, R5), el corredor ferroviario Santiago-San Antonio incluido en capítulo de FF.CC. y proyectos de accesibilidad portuaria de Arica y Coquimbo incluidos en capítulo de infraestructura vial urbana.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del PNATP 2021 del MTT

El monto total de inversión, en comparación al ICD 2018-2027, es levemente inferior. Sin embargo, en dicha edición el 96% del monto total de inversión estimado para el periodo 2018-2027 correspondía a proyectos de corredores bioceánicos y el 4% restante a zonas de apoyo logístico.

En el caso de las zonas de apoyo logístico, la edición del ICD 2018-2027 consideraba tres proyectos: Puerto Seco en Antofagasta, con una inversión de 53 millones de US\$, el que ya se encuentra en operación; y las zonas logísticas de Mejillones y Antofagasta, las que no presentan mayores avances y aun forman parte de las carpetas de proyectos de ambos puertos. En la edición 2022-2031 se agregan los proyectos de zonas logísticas en la zona central del país, especialmente, los ligados al Puerto Exterior de San Antonio.

En cuanto a los proyectos de corredores bioceánicos, estos aún se encuentran en etapas muy iniciales y no presentan mayores avances respecto de la edición 2018-2027 debido, principalmente, a la falta de acuerdo entre los distintos gobiernos de la región, por lo que no han sido considerados en la estimación actual de inversión.

Por otro lado, en esta edición la estimación de inversión en proyectos logísticos considera los accesos viales y ferroviarios hacia los puertos.

La tabla siguiente presenta la comparación entre el ICD 2018-2027 y el ICD 2022-2031 y, en ella, se observa un importante crecimiento de la inversión asociada a proyectos de plataformas logísticas.

Tabla 9.5: Comparación Inversión estimada en infraestructura logística entre ICD 2018-2027 e ICD 2022-2031 (millones de US\$)

Tipo de infraestructura	ICD 2018-2027 2018-2027 (MM US\$)	ICD 2022-2031 2022-2031 (MM US\$)
Accesos viales a puertos		929
Accesos ferroviarios a puertos		328
Zonas logísticas	75	346
Corredores bioceánicos	1.710	
Total	1.785	1.603

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la tabla a continuación se presenta el monto de inversión estimado desagregado por región. Los principales montos se concentran en la región de Valparaíso, Antofagasta y Bio Bío.

Tabla 9.6: Resumen de inversión por región, periodo 2022-2031 (millones de US\$)de US\$)

Región	ICD 2018-2027		Inversión ICD 2022-2031	
	2018-2027 (MM US\$)	2022-2026 (MM US\$)	2027-2031 (MM US\$)	Total 2022-2031 (MM US\$)
Arica y Parinacota		16	30	46
Tarapacá		115	1	115
Antofagasta	425	141	224	365
Coquimbo	1.100	25	0	25
Valparaíso	0	448	175	622
Libertador Bernardo O'Higgins	250	0	0	0
Bio Bío	10	314	9	323
Los Lagos	0	71	0	71
Magallanes y la Antártica Chilena	0	0	35	35
Total	1.785	1.129	474	1.603

Fuente: Elaboración propia



5 Recomendaciones de acción

La evidencia internacional indica que contar con una infraestructura logística eficiente y eficaz es vital para el desarrollo económico de un país. El desempeño logístico de Chile se encuentra bien posicionado respecto a los países de Latinoamérica, sin embargo, aún se debe avanzar en la implementación de infraestructura logística que entregue el soporte necesario para el desarrollo eficiente de las distintas actividades que componen la cadena de comercio exterior y del transporte nacional.

Tal es así que vemos la relevancia que ha adquirido en el último tiempo el desarrollo de proyectos de zonas de apoyo logístico (ZAL). Se espera en la próxima década se inviertan más de 340 millones de dólares en infraestructura de esta naturaleza, con especial foco en las regiones de Valparaíso y Antofagasta, donde de acuerdo con las estimaciones de demanda, se requiere el aumento de la capacidad portuaria y de infraestructura logística de apoyo.

De igual manera, generar proyectos que permitan la conectividad entre las distintas plataformas logísticas y los puertos se hace relevante para cumplir con los objetivos estratégicos de integración modal y aumento de la participación ferroviaria en el transporte de carga. Así, se proyecta para el periodo 2022-2031 una inversión de 1.275 millones de US\$ en infraestructura que permitirá contar con un sistema logístico integrado, siendo el 78% de este monto destinado a proyectos de accesibilidad a los puertos y el 22% restante a infraestructura de intermodalidad ferroviaria.

Un proyecto relevante para los objetivos logísticos estratégicos del país corresponde al centro intermodal "CIM", que forma parte del proyecto del corredor ferroviario Santiago-San Antonio. Esta plataforma logística favorecerá la intermodalidad entre el camión y el ferrocarril y permitirá incrementar la participación del tren en el transporte de carga de la zona central hasta en un 41% hacia el año 2038.

Para la implementación exitosa de los distintos proyectos, se debe trabajar en el desarrollo de institucionalidad, normativa y gobernanza que amparen la implementación de la infraestructura prevista, al igual que su correcta operación. Un ejemplo de avance en este tema es la propuesta de un esquema de gobernanza y autoridad para el proyecto del corredor Ferroviario Santiago-San Antonio, que se encuentra desarrollando el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Igualmente importante es avanzar en la articulación de los actores que conforman la cadena logística, con la implementación de tecnologías de digitalización, comunicación e integración. De acuerdo con la encuesta de Barómetro de la Logística de Comercio Exterior¹², del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, el número de empresas que cuentan con algún sistema integrado se ha incrementado de manera relevante el último año, creciendo más de un 20% entre el año 2019 y 2020, crecimiento explicado en mayor parte por la necesidad de responder a los desafíos que ha impuesto la pandemia. Se debe continuar avanzando en este tema, para responder a los cambios experimentados en las tendencias del comportamiento del consumo, con el aumento del *e-commerce* y las ventas en tiempo real.

Finalmente, es un desafío avanzar en elevar los estándares ambientales y de eficiencia energética asociados al desarrollo logístico, elementos que deben ser incorporados en las distintas iniciativas de infraestructura logística.

¹² <https://www.observatorilogistico.cl/comercio-exterior/general/analisis/?id=5d91f86ae28fd7002a-deb6ab>









Capítulo 10

Hospitales

1 Resumen ejecutivo

El presente informe corresponde a una actualización de los antecedentes básicos del estudio realizado en el ICD 2018-2027 y en lo fundamental evalúa los avances realizados por el sector durante los pasados 4 años, los cuales han estado caracterizados por un ambiente social efervescente y una pandemia sanitaria que ha golpeado a nivel mundial y local a los sistemas de salud. En principio, ambos efectos exógenos no han detenido la ejecución de la cartera de proyectos de inversión del sector, pero si han enlentecido la ejecución de éstos.

Los elementos considerados en la reseña muestran una población que sigue envejeciendo y que al 2031, alrededor del 35% de ésta será mayor de 50 años. Para ese mismo año, la población en el tramo etareo 50-64 años será un poco mayor al 18% de población general. Lo anterior impone desafíos de adecuación a la oferta sanitaria para absorber las demandas de prestaciones asociadas a una población que consumirá más prestaciones de salud y en mayor variedad.

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 de prestaciones de alta complejidad y apoyo tecnológico.

En lo que respecta a morbilidad, las primeras causas de enfermedades siguen sin cambios dentro del perfil epidemiológico nacional.

El plan de inversiones del 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 éste. 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 fue reincorporada a las modalidades de financiamiento a partir de 2018, y en el acumulado la cartera a 2022, 4 proyectos terminados, 14 en ejecución, 4 en licitación y 2 en preparación.

En relación al avance físico hacia fines de 2021, considerando la modificación de cartera de proyecto originada por el cambio de administración de gobierno, se evidencia que de la cartera de 99 proyectos considerados en marzo 2018, solo 12 se encuentran terminados. Hay otros 33 proyectos en ejecución, 15 en etapa de licitación y 39 proyectos restantes están en distintas etapas diseño y EPH.

La cartera valorizada de 99 proyectos al 2021 implica un monto estimado de MMUS\$ 14.955. De ésta, al año 2022 hay MMUS\$ 1.498 correspondiente a proyectos terminados, MMUS\$ 1.471 correspondientes a avances de proyectos de arrastre, quedando un remanente de inversión para el período 2022-2031 de MMUS\$ 11.986. El avance de los proyectos al 2022 es el que indica la tabla siguiente:

Tabla 10.1: Avance ejecución de proyectos (MMUS\$)

Tipo De Requerimiento	Avance Tarea 2021 MMUS\$	Tarea 2022-2026 MMUS\$	Tarea 2027-2031 MMUS\$
Proyectos terminados	1.498		
Proyectos de arrastre	1.471	5.453	
Inicio nuevos proyectos		299	6.234
Inversión total	2.969	5.752	6.234

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al avance financiero, la cartera indica que los proyectos terminados corresponden al 10% del presupuesto de inversiones, los proyectos en ejecución al 30%, los proyectos que están en licitación corresponde al 12% del presupuesto y el saldo de proyectos en las distintas etapas previas al 43% del presupuesto estimado. Lo anterior significa, que en los proyectos terminados hay proyectos de menor tamaño, y por tanto de tiempos de ejecución más cortos. Esta afirmación se fundamenta en los cuocientes entre la superficie total de los proyectos y el número de proyectos. En efecto, al estimar esta relación para los proyectos terminados versus los que están en proceso, se observa que en promedio los primeros son de menor tamaño, que los que están siendo ejecutados. Por lo anterior, en general a menor tamaño de proyecto, menores montos de inversión y plazos de ejecución.

2 Reseña del sector

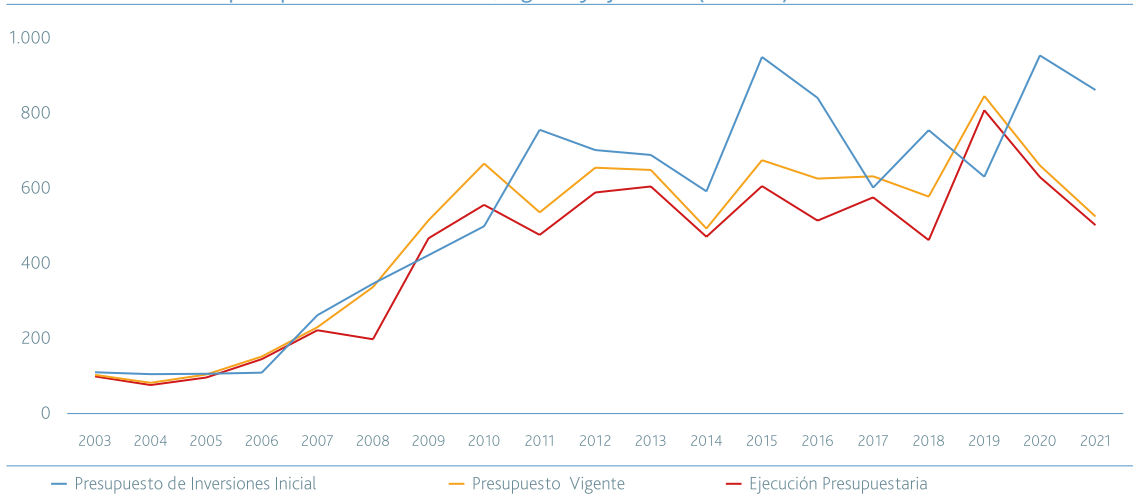
Marco normativo vigente

En relación al marco normativo, el sector salud no presenta cambios sustantivos con respecto al ICD 2018-2027. Continúan vigentes las regulaciones sobre el rol de autoridad sanitaria, el régimen de garantías de salud, las normas administrativas, las políticas de recurso humano y la organización del Sistema Nacional de Servicios de Salud y organismos autónomos.

Financiamiento inversión de infraestructura de salud

Con respecto al financiamiento de proyectos para resolver las necesidades de inversión en infraestructura sanitaria continúan vigentes las modalidades de fondos sectoriales, fondos regionales (FNDR) y el mecanismo de asociación público-privada (APP). La ejecución financiera 2003-2021 con modalidad de financiamiento sectorial se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 10.1: Evolución presupuesto sectorial inicial, vigente y ejecutado (MMUS\$)



Fuente: Elaboración propia con información DIPRES.



Para el período 2018-2020, el MINSAL ha ejecutado un gasto promedio de MMUS\$ 633, con un máximo de MMUS\$ 808 para el año 2019.

La modalidad de financiamiento FNDR alcanza a 24 proyectos durante el período 2018-2021, donde 10 proyectos han tenido financiamiento de distintas etapas como; preinversión, adquisición de terrenos, obras, equipos y equipamiento. Por otro lado, un total de 14 proyectos han sido cofinanciados por recursos sectoriales y del FNDR¹.

Adicionalmente, existen proyectos con financiamiento para etapas de pre-inversión que han sido asignados a la modalidad de financiamiento APP (Pichilemu, Hospital de Coquimbo) para la etapa de estudios y compra de terreno. El monto global del cofinanciamiento parcial o total es de MMUS\$ 208, un monto bastante pequeño en relación al costo global de la cartera de 99 proyectos al 2021.

La modalidad de "Asociación Público-Privada" conocida como "Concesiones Hospitalarias" incrementó su participación con respecto a lo informado en el ICD 2018-2027. Desde una cartera de 5 proyectos, de los cuales 2 estaban operativos² y 3 en construcción³ para el año 2022 se ha pasado a una cartera de 4 proyectos terminados, 14 en ejecución, 4 en licitación y 2 en preparación. El avance en la ejecución global de la cartera del MINSAL iniciada en 2018, vía esta modalidad dio un fuerte impulso a proyectos que estaban en la lista de espera de financiamiento⁴. El modelo de Concesiones Hospitalarias aplicado para el segundo plan de concesiones del MOP solo considera los procesos de diseño, construcción, equipamiento y mantenimiento de equipos e infraestructura por 15 años.

¹ Ver Anexo: Tabla E.

² Hospitales de Maipú y La Florida.

³ Hospital de Antofagasta, Hospital Felix Bulnes y Hospital Salvador-Geriátrico.

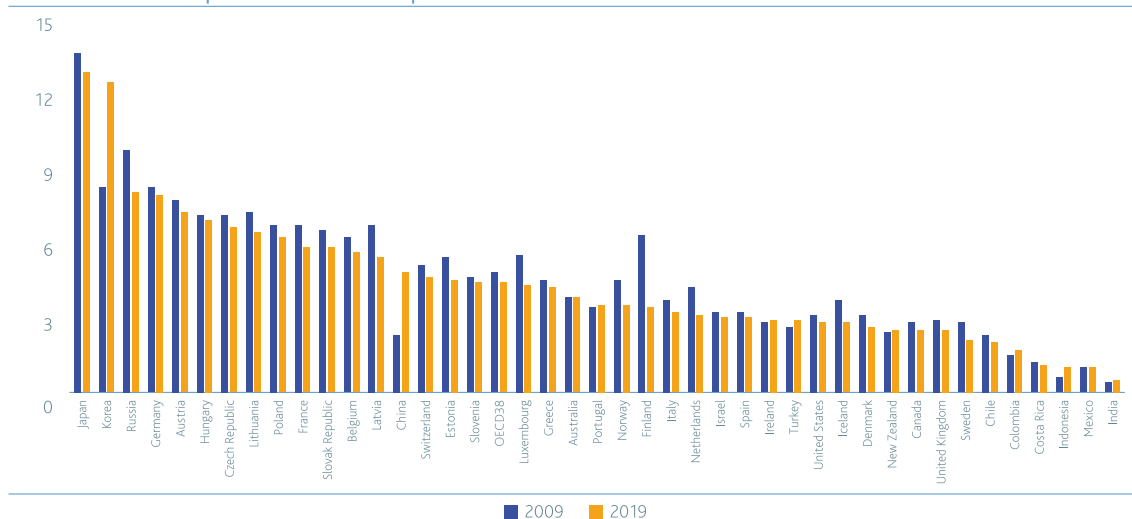
⁴ Ver Anexo: Tabla F.

Escenarios futuros

En forma tradicional, el estándar de comparación de Chile en diferentes ámbitos sanitarios fue Latinoamérica. En esa comparación, 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 lo anterior, 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 comparar la relación de camas por población que tiene el país con aquella observada en la OCDE, se evidencia una brecha no menor. El gráfico 10.2 muestra el promedio de camas por mil habitantes para los países de la OCDE, evidenciando que Chile se encuentra entre los seis países con una menor relación de camas por población.

Gráfico 10.2: Camas por 1.000 habitantes países OCDE.



Fuente: OECD. Health at a glance 2019.

Mientras que el promedio de camas por cada mil habitantes de los países de la OCDE es de 4,4 por cada mil, en Chile solo se alcanza 1,94 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 7.115⁵ (18,6% del total de camas que tiene el país), mientras que las camas del Sistema Nacional de Servicios de Salud son 26.198⁶. Se debe hacer presente que también hay camas en hospitales institucionales (FFAA, Hospitales Universitarios, Codelco, Conin, Teletón, Clínicas Siquiátricas, Geriátrica, etc.). Considerando el total de estas instituciones, al 2018 había 38.184 camas.

⁵ Clínicas de Chile. Dimensionamiento del Sector de Salud Privado en Chile 2018.

⁶ Ministerio de Salud. Departamento de Estadísticas e Información en Salud. 2018

Obviamente, existe un déficit de camas hospitalarias cuando se compara la dotación que Chile tiene como país, respecto del estándar promedio de la OCDE, que es 4,4 camas por 1000 habitantes. Sin embargo, se debe utilizar con cautela el parámetro disponibilidad de camas por habitante por las dificultades de homologar las definiciones del recurso camas.

La administración de la capacidad instalada de camas se ha clasificado en Chile por; básicas, de cuidados medios y críticas al interior del Hospital General. La atención de patologías de psiquiatría sigue un modelo de presencia en el Hospital General en la modalidad de corta estadía y estancias de larga estadía en otro tipo de establecimientos para enfermos crónicos.

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.

En el proceso de ejecución de "Estudios de Preinversión Hospitalaria" de los proyectos de la última década se aprecia un crecimiento del número de camas de los establecimientos estudiados del orden de 40%. Si bien estos crecimientos pueden contribuir a reducir la brecha entre Chile y los países de la OCDE aún queda bastante investigación a realizar sobre el real efecto del número de camas y otros recursos para lograr buenos resultados en los indicadores de salud.



3

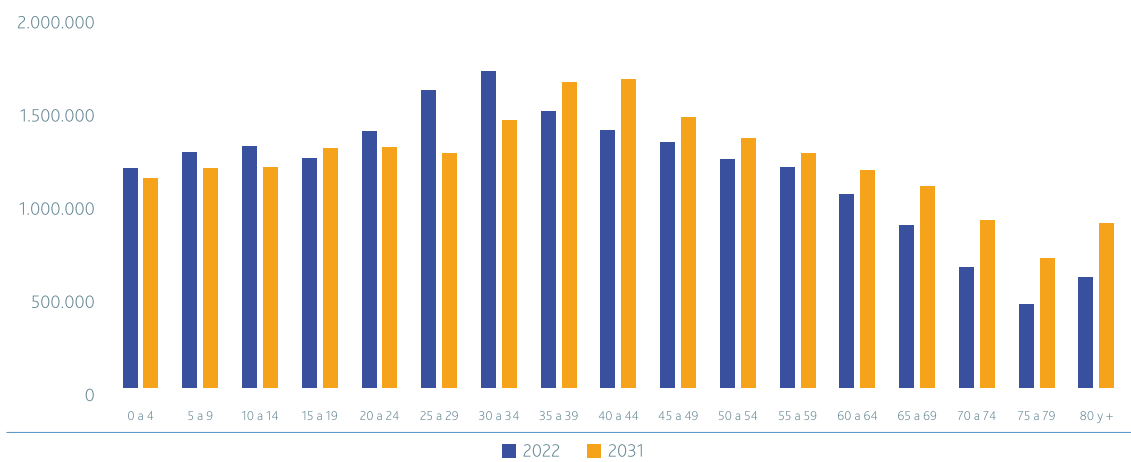
Situación actual y diagnóstico

Demanda de servicios hospitalarios

Antecedentes de Población

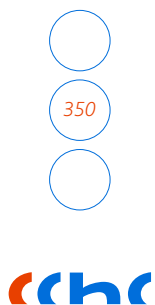
El perfil demográfico de Chile sigue acentuando una rápida transición hacia el envejecimiento de la población. De hecho, la población de 50 años se incrementará en la década 2021-2031 de 29,8% a un 35,2%. Asimismo, la población en el tramo de 50 y 64 años pasará desde un 17,3% a un 18,1%. Lo anterior tendrá un impacto directo en la demanda de servicios asistenciales relacionadas con el envejecimiento.

Gráfico 10.3: Variación Grupos Quinquenales 2021-2031



Fuente: INE 2017

El gráfico muestra claramente la tendencia de envejecimiento de la población. Lo anterior indica que la autoridad que administra el seguro público de salud 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.



Perfil Epidemiológico

La tasa de mortalidad para Chile, el año 2018, fue de 5,69 muertes por 1.000 habitantes. Esta cifra es mayor en hombres que en mujeres (6,1 y 5,3 por 1000 habitantes, respectivamente).

El Índice de Swaroop a nivel nacional fue para el 2018 de 89%, esto significa que ese porcentaje de la población vive más de 50 años. Para el ICD 2018-2027 el índice era de 78%. Lo anterior refuerza lo indicado anteriormente, en el sentido que las condiciones de desarrollo y políticas públicas de salud siguen aumentando las expectativas de vida de la población chilena, originando una demanda adicional por servicios de salud.

Más de la mitad de las defunciones (53,7%) ocurrieron con posterioridad a los 75 años, mientras que el 89% de las defunciones correspondió a personas de 50 o más años.

Los grupos etarios que presentan una mayor concentración de defunciones corresponden al de 85 a 89 años con un 14,2%, seguido por el grupo entre 80 a 84 años (13,2%) y el grupo de edad entre los 75 a 79 años, con un 12,1%. En el polo opuesto, se observa una baja concentración de las defunciones entre los grupos etarios ubicados entre 1 a 14 años, los que en su conjunto representan el 0,5% de las muertes totales ocurridas en el país en el año 2018.

En relación a la tasa de mortalidad por grupos de causa, se observa que los primeros cinco grupos muestran lo siguiente:

Tabla 10.2: Tasa de mortalidad específica 5 primeros grupos de causas, Chile 2016-2018

Grupos de causas	TM (Por 100.000 h)		
	2016	2017	2018
Enfermedades del sistema circulatorio	154,94	155,21	150,38
Tumores [Neoplasias]	143,26	149,32	148,85
Enfermedades del sistema respiratorio	54,20	58,97	65,21
Enfermedades del sistema digestivo	42,37	42,48	42,20
Traumatismos, envenenamientos y otras	42,79	41,14	41,14
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	33,38	32,12	23,48

Fuente: INE 2018

Estos cinco grupos de causas, que concentran un poco más del 80% de las defunciones, muestran como sigue avanzando la incidencia de enfermos de cáncer, enfermedad catalogada como enfermedad crónica no transmisible. Se espera que este grupo de causa tome el primer lugar en la mortalidad nacional durante los próximos años.

En este sentido, las inversiones que hoy forman la cartera del MINSAL están reconociendo esta realidad epidemiológica y emergen proyectos como la reposición con relocalización del INCANCER y el polo de desarrollo oncológico en el proyecto de reposición del Hospital de La Serena.

Al analizar la mortalidad por causas específicas para los datos disponibles al año 2017, la primera causa de mortalidad en Chile son las enfermedades isquémicas del corazón, con una tasa de mortalidad de 45,2 por 100.000. La segunda causa de muerte es la enfermedad cerebro vasculares con una tasa de 45,1 por 100.000 habitantes. Esto se observa en la tabla siguiente:

Tabla 10.3: Tasa de mortalidad específica por 10 primeras causas, Chile 2017

Causa Específica	TM (Por 100.000 h)	
	2014	2017
Enfermedades cerebro vasculares	48,3	45,1
Enfermedades isquémicas del corazón	45,5	45,2
Enfermedades hipertensivas	31,9	34,2
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	24,3	23,6
Influenza [gripe] y neumonía	23,7	18,4
Diabetes mellitus	23,5	26,1
Otras formas de enfermedades del corazón	22,5	s/d
Tumores malignos de los Órganos digestivos	18,3	18
Tumor maligno de la tráquea, de los bronquios y del pulmón	17,1	17,8
Bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	16,5	18,1

Fuente: Elaboración propia en base a información de Estadísticas de Natalidad y Mortalidad de Chile, 2017, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), Ministerio de Salud.

En lo que respecta a la morbilidad, en el año 2018, se produjeron 1.669.602 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.

Tabla 10.4: Egresos hospitalarios, según grupos principales de causas y edad en 2018

Egresos 2018	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
Total	1.669.602	81.634	69.386	53.557	43.981	64.894	605.414	375.838	256.867	118.031
(Blank)	36	-	-	-	-	4	22	4	6	-
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00-B99)	37.026	3.583	6.110	2.205	1.361	1.204	7.855	5.968	5.154	3.586
Tumores [Neoplasias] (C00-D48)	130.168	267	2.310	2.424	2.537	2.319	28.158	48.537	34.408	9.208
Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad (D50-D89)	12.562	290	918	800	642	422	2.469	2.769	2.540	1.712
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas (E00-E90)	47.995	422	932	1.303	1.317	1.137	14.411	15.456	9.490	3.527
Trastornos mentales y del comportamiento (F00-F99)	31.253	24	118	288	2.302	5.250	13.461	7.097	1.904	809
Enfermedades del sistema nervioso central (G00-G99)	32.754	1.264	3.172	2.374	1.691	1.203	7.658	9.099	4.655	1.638
Enfermedades del ojo y sus anexos (H00-H59)	12.831	163	337	322	230	148	1.778	4.106	4.207	1.540
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoideas (H60-H95)	5.657	82	628	636	485	250	1.129	1.662	622	163
Enfermedades del sistema circulatorio (I00-I99)	133.438	221	389	525	705	904	12.948	44.244	48.383	25.119
Enfermedades del sistema respiratorio (J00-J99)	157.339	21.776	24.936	13.659	4.514	3.908	18.655	18.847	25.989	25.055
Enfermedades del sistema digestivo (K00-K93)	226.653	1.881	3.826	7.710	8.612	8.770	72.025	71.798	38.893	13.138
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo (L00-L99)	24.546	457	1.293	1.145	1.209	1.417	6.809	6.263	3.790	2.163
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo (M00-M99)	88.725	116	814	1.152	2.529	3.138	25.953	35.541	16.814	2.668
Enfermedades del sistema genitourinario (N00-N99)	141.623	2.983	5.495	5.487	3.004	3.828	39.272	43.316	27.429	10.809
Embarazo, parto y puerperio (O00-O99)	290.840	-	-	-	593	19.232	269.835	1.180	-	-
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (P00-P96)	37.187	37.187	-	-	-	-	-	-	-	-
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalias cromosómicas (Q00-Q99)	21.362	5.171	5.039	3.311	2.022	1.202	2.800	1.302	423	92
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte (R00-R99)	30.921	1.750	3.632	1.621	1.679	1.220	5.884	6.350	5.463	3.322
Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas (S00-T98)	154.485	1.519	7.914	7.104	7.019	7.747	53.570	38.901	19.058	11.653
Códigos para propósitos especiales (U00-U99)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud (Z00-Z99)	52.201	2.478	1.523	1.491	1.530	1.591	20.722	13.398	7.639	1.829

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), Ministerio de Salud.(DEIS), Ministerio de Salud.

El Plan de Inversiones del MINSAL debería ser consistente con las necesidades de salud de las personas, dando prioridad a la resolución de los principales problemas de morbilidad y mortalidad.

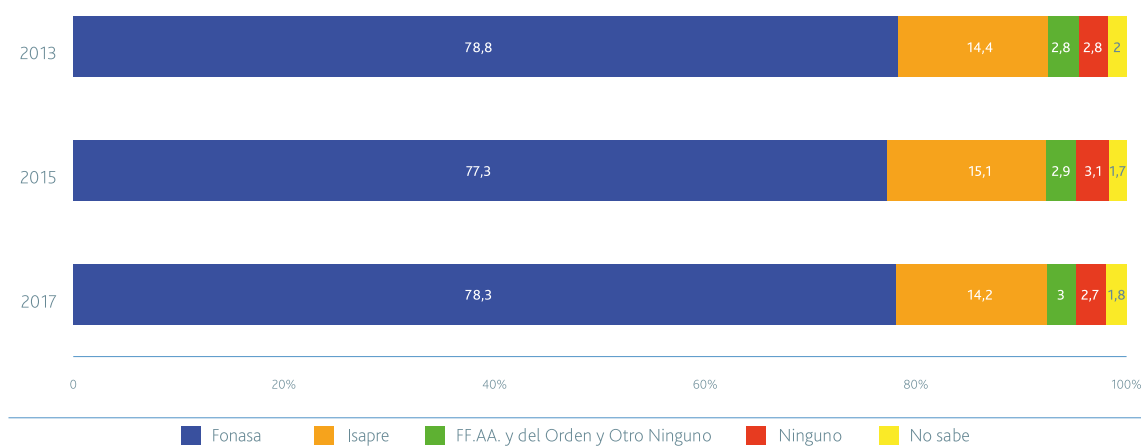
Oferta de servicios de salud

La oferta de servicios de salud en Chile esta constituida por establecimientos del sector público y del sector privado, realidad denominada un sistema mixto. Está organizado en los subsectores Público⁷ y Privado.

El Fondo Nacional de Salud (FONASA) es el principal seguro de salud, que opera en la modalidad institucional para sus beneficiarios 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, 2015 y 2017.

Gráfico 10.4: Distribución porcentual de la población según seguro de salud



Fuente: CASEN 2013, 2015 y 2017 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 demanda 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 responsables de gestionar principalmente la red de hospitales⁸, 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:

⁷ 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.

⁸ Hay algunos Servicios de Salud que aun tienen establecimientos de la atención primaria.

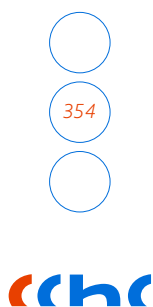


Tabla 10.5: Establecimientos de Salud Chile, 2021

Tipo Establecimiento de Salud	No Perteneciente al SNSS	Perteneciente al SNSS	Total
Posta de Salud Rural (PSR)		1.126	1.126
Centro de Salud Familiar (CESFAM)		591	591
Centro Comunitario de Salud Familiar (CECOSF)		280	280
Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU)		241	241
Hospital	33	196	229
Servicio de Urgencia Rural (SUR)		149	149
Centro Comunitario de Salud Mental (COSAM)		90	90
Servicio de Atención Primaria de Urgencia de Alta Resolutividad (SAR)		80	80
Clínica Dental Móvil		34	34
Consultorio General Rural (CGR)		15	14
Dispositivo Incorporado por Crisis Sanitaria		16	16
Centro de Referencia de Salud (CRS)		12	12
Consultorio de Diagnóstico y Tratamiento (CDT)		9	9
Laboratorio Clínico	305	5	310
Clínica Dental	79	6	85
Centros Exclusivos de Atención Respiratoria (CEAR)		5	5
Puesto de Atención Médica de Emergencia (PAME) Incorporado por Crisis Sanitaria		3	3
Sala de Procedimientos Odontológicos Móvil (SPOM)		3	3
Centro de Salud	434	2	436
Centro Comunitario para personas con Demencia		1	1
Centro de Tratamiento de Adicciones		2	2
Hospital de Día Infante Adolescente		2	2
Mamográfica Móvil		2	2
Unidad de Salud Mental	2	1	3
Centro de Rehabilitación		1	1
Centro de Salud Oncológico		1	1
Complejo de Salud Mental		1	1
Consultorio de Salud Mental		1	1
Consultorio General Urbano (CGU)		1	1
Hospital de Día		1	1
Unidad de Memoria		1	1
Unidad Oftalmológica Móvil		1	1
Clínica	158		158
Centro de Diálisis	78		78
Vacunatorio	77		77
Centro Médico y Dental	64		64
Centro Corporación para la Nutrición Infantil (CONIN)	6		6
Centro Oftalmológico	1		1
Clínica Oftalmológica	1		1
Sala Externa de Toma de Muestras (SETM)	2		2
TOTAL	1.240	2.879	4.118

Fuente: DEIS, MINSAL 2021.

Hospitales



355



Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2022-2031



356



La oferta a nivel de número de establecimientos ha seguido y seguirá creciendo con una mayor velocidad en el sector ambulatorio. 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.

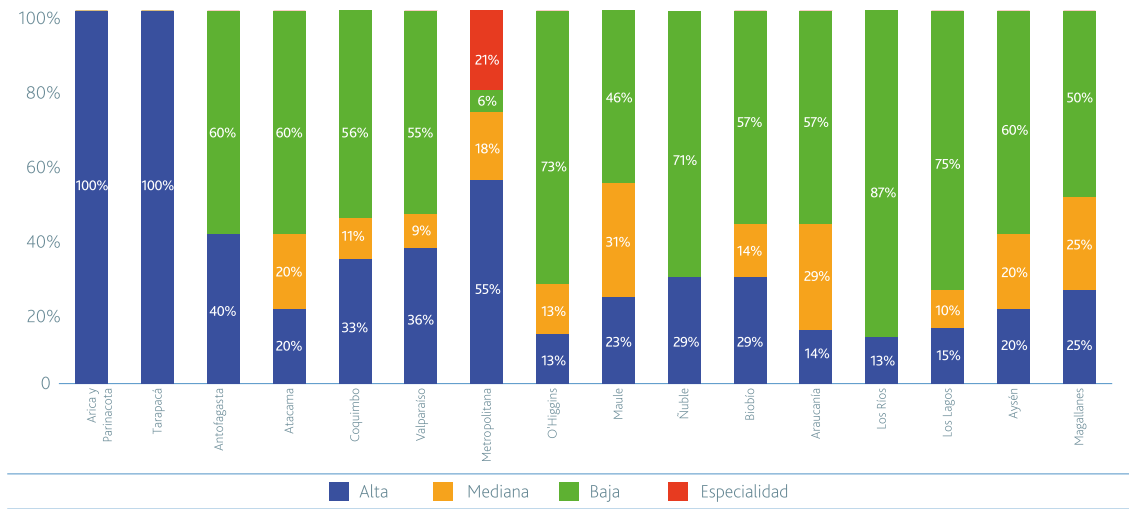
En el ámbito de la oferta pública dedicada a prestar servicios de atención ambulatoria y cerrada a nivel País, principalmente para los beneficiarios de FONASA existe un conjunto de 196 establecimientos. De estos, solo 190 son de propiedad del MINSAL y otros 6 realizan prestaciones vía convenios con el MINSAL. La red de establecimientos por regiones y complejidad es la siguiente:

Tabla 10.6: Hospitales por Región y Nivel de Complejidad, 2021

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	4	6		13
Ñuble	2		5		7
Biobío	6	3	12		21
Araucanía	3	6	12		21
Los Ríos	1		7		8
Los Lagos	3	2	15		20
Aysén	1	1	3		5
Magallanes	1	1	2		4
Total	56	29	98	7	190

Fuente: Elaboración propia en base a DEIS, MINSAL. No incluye Hospitales Delegados.

Gráfico 10.5: Distribución porcentual de Hospitales por Región y Nivel de Complejidad, 2017



Fuente: Elaboración propia en base a DEIS, MINSAL

En términos de número de camas, estos 190 establecimientos disponen de alrededor de 26.198 camas para la población usuaria del sector público y alrededor de 2.500.000 m² construidos.

4

Progreso Brecha 2018-2027

Brecha ICD 2018-2027

La brecha determinada en el ICD 2018-2027 consideró el saldo de 53 proyectos en etapas de construcción, diseño y EPH identificados en el ICD 2015-2016, 2 proyectos fuera de cartera que estaban en ejecución (Ampliación HUAP I (Torre Valech) y el Hospital Siquiátrico Phillipe Pinel de Putaendo), 3 proyectos de hospitales de mediana complejidad para las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Bío Bío, y 14 proyectos en preparación de acuerdo a la información del BIP. En total, la nueva cartera 2018-2027 estaría integrada por 72 proyectos, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 10.7: Cartera en N° de proyectos por Región (2018-2027)

Región	Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2017 (53)	Proyectos Ejecución Extra Cartera 2017 (2)	Proyectos en Preparación 2017 en BIP (14)	Proyectos de Hospitales Larga Estadía 2017 (3)	Cartera Total Proyectos 2019
XV					0
I	1		1		2
II	1				1
III	2				2
IV	2		1		3
V	6	1	2	1	10
XIII	10	1	5	1	17
VI			1		1
VII	5				5
XVI	1				1
VIII	7		3	1	11
IX	9				9
XIV	2				2
X	5				5
XI	2		1		3
XII					0
Total	53	2	14	3	72

Fuente: Elaboración en base ICD 2018-2027.



358



La valorización de la cartera 2018-2027 en dólares de diciembre de 2017 fue de:

Tabla 10.8: Estimación de Inversión en MMUS\$ de la Cartera (2018-2027)

Región	Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2017 (53) MMUS\$	Proyectos Ejecución Extra Cartera 2017 (2) MMUS\$	Proyectos en Preparación 2017 en BIP (14) MMUS\$	Proyectos de Hospitales Larga Estadía 2017 (3) MMUS\$	Cartera Total Proyectos 2019 MMUS\$
XV					0
I	122		393		515
II	15				15
III	49				49
IV	160		261		421
V	863	19	683	110	1.675
XIII	2.833	10	971	110	3.924
VI			51		51
VII	897				897
XVI	290				290
VIII	557		890	110	1.557
IX	410				410
XIV	151				151
X	486				486
XI	63		112		175
XII					0
Total	6.896	29	3.361	330	10.616

Fuente: Elaboración en base ICD 2018-2027.

El cronograma estimado de ejecución de la cartera indicaba una inversión de MMUS\$ 4.788 para el período 2018-2022 y el saldo de MMUS\$ 5.828 para el quinquenio 2023-2027.

Hospitales



Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2022-2031



360



Ajustes a la cartera de proyectos en 2018

Con el cambio de administración de gobierno en marzo de 2018, el MINSAL reestructuró la cartera de proyectos y fijó para el período 2018-2022 una cartera modificada de proyectos que recogía la cartera de arrastre del año 2017, una parte de los proyectos priorizados el año 2017 y un set de proyectos nuevos, quedando la siguiente cartera de proyectos:

Tabla 10.9: Cartera actualizada de proyectos MINSAL (2018-2022)

Región	Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2018 (54)	Proyectos priorizados 2018 del BIP (10)	Proyectos adicionales para cartera 2018-2022 (35)	Cartera Total Proyectos 2021 (99)
XV			1	1
I	1		0	1
II	1		3	4
III	2		0	2
IV	2	1	3	6
V	7	2	2	11
XIII	11	4	3	18
VI		1	3	4
VII	5		0	5
XVI	1		0	1
VIII	7	1	5	13
IX	9		2	11
XIV	2		5	7
X	4		7	11
XI	2	1	0	3
XII			1	1
Total	54	10	35	99

Fuente: MINSAL

De los 53 proyectos marcados como arrastre en el informe 2017, que estaban en alguna de las etapas del ciclo de inversiones para ese mismo año, el MINSAL dejó de considerar el Hospital de Frutillar, quedando un total de 52 proyectos de la cartera 2017. Al considerar en esta clasificación a los proyectos de la extra cartera (HUAP I Torre Valech y Phillipe Pinel), la cartera quedó constituida por 54 proyectos⁹ como obras de continuidad para el período presupuestario 2018-2022.

Del grupo de los 14 proyectos priorizados en el BIP por el informe 2017 para financiamiento para el período 2018-2027, el MINSAL redujo el número a un total de 10 proyectos para la cartera 2018-2022¹⁰.

Por otro lado, el MINSAL agregó a la cartera 2018-2027 un total de 35 nuevos proyectos¹¹ en procesos de EPH/Diseño y algunos en ejecución, quedando el MINSAL con una cartera agregada de 99 proyectos de inversión.

De este modo, el valor total de la cartera 2018-2022, era la siguiente:

Tabla 10.10: Estimación inversión cartera de proyectos MINSAL (2018-2022)

Región	Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2021 (54) MMUS\$	Proyectos priorizados 2021 del BIP (10) MMUS\$	Proyectos adicionales para cartera 2018-2022 (35) MMUS\$	Cartera Total Proyectos 2021 (99) MMUS\$
XV		0	49	49
I	143	0	0	143
II	189	0	60	250
III	44	0	0	44
IV	234	395	563	1.192
V	1.129	843	74	2.046
XIII	2.979	1.113	379	4.472
VI	0	63	281	344
VII	967	0	0	967
XVI	289	0	0	289
VIII	860	995	720	2.575
IX	422	0	85	507
XIV	261	0	844	1.105
X	433	0	296	729
XI	67	127	0	195
XII	0	0	49	49
Total	8.019	3.537	3.400	14.956

Fuente: Elaboración propia en base Fichas IDI.

⁹ Ver Anexo: Tabla A.

¹⁰ Ver Anexo: Tabla B.

¹¹ Ver Anexo: Tabla C.

De la comparación entre las tablas de número de proyectos y valor de la cartera se desprende que la tarea definida por el MINSAL ha crecido y consecuentemente la estimación total de inversión. Si aplicamos los avances informados por el MINSAL a los proyectos podemos dimensionar el avance financiero a septiembre 2021.

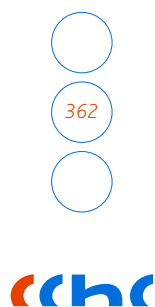
Para medir el avance ejecutado se utiliza el porcentaje de avance que informa el MINSAL al valor de la infraestructura. Se considerará que los gastos previos a la construcción ya están ejecutados. Asimismo, para todos aquellos proyectos que tienen avance sobre el 90%, se considerará ejecutado las partidas equipo y equipamiento. Al hacer este ajuste, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 10.11: Avance financiero cartera de proyectos MINSAL (2018-2022)

Región	Avance Inversión Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2021 (54) MMUS\$	Avance Inversión Proyectos priorizados 2021 del BIP (10) MMUS\$	Avance Inversión Proyectos adicionales para cartera 2018-2022 (35) MMUS\$	Avance Inversión Cartera Total Proyectos 2021 (99) MMUS\$
XV	0	0	0	0
I	135	0	0	135
II	189	0	0	189
III	20	0	0	20
IV	234	0	15	249
V	757	0	0	757
XIII	423	0	0	423
VI	0	0	0	0
VII	386	0	0	386
XVI	67	0	0	67
VIII	155	0	3	158
IX	343	0	58	401
XIV	0	0	0	0
X	156	0	3	159
XI	27	0	0	27
XII	0	0	0	0
Total	2.890	0	79	2.969

Fuente: Elaboración propia en base información MINSAL.

La última tabla nos muestra que los avances más significativos están en la cartera de arrastre del ICD 2018-2027, con la modificación 2018; donde el avance financiero a fines de 2021 es de MMUS\$ 2.969.



En términos de gasto comprometido con la cartera de proyectos en ejecución y etapas previas, las estimaciones de inversión es la siguiente:

Tabla 10.12: Saldo por invertir cartera de proyectos MINSAL (2018-2022)

Región	Saldo Inversión Proyectos de arrastre cartera y extra cartera 2021 (54) MMUS\$	Saldo Inversión Proyectos priorizados 2021 del BIP (10) MMUS\$	Saldo Inversión Proyectos adicionales para cartera 2018-2022 (35) MMUS\$	Saldo Inversión Cartera Total Proyectos 2021 (99) MMUS\$
XV		0	49	49
I	9	0		9
II	0	0	60	60
III	25	0	0	25
IV	0	395	549	944
V	372	843	74	1.289
XIII	2.557	1.113	379	4.049
VI	0	63	281	344
VII	581	0	0	581
XVI	222	0	0	222
VIII	705	995	717	2.417
IX	80	0	27	106
XIV	261	0	844	1.105
X	277	0	293	570
XI	41	127	0	168
XII	0	0	49	49
Total	5.129	3.537	3.320	11.986

Fuente: Elaboración propia en base información MINSAL y Fichas IDI.

A un ritmo de gasto promedio igual al período 2018-2020 (MMUS\$ 597), la ejecución de la cartera 2018 tomaría alrededor de 20 años.

Cuando se hizo la presentación del Plan Inversiones 2018, el MINSAL estableció como meta para el año 2022; 25 proyectos terminados, 25 proyectos en ejecución y otros 25 en las etapas de Diseño/EPH.

A fines de 2021, hay 12 proyectos terminados, 33 proyectos en ejecución, 15 el licitación y 39 proyectos en etapas previas. Sin embargo, en la actualización de ejecución de cartera para el año 2021, el MINSAL ha actualizado la meta de infraestructura hospitalaria a 12 proyectos terminados, 26 en ejecución y 11 en licitación a marzo 2022, metas que están superadas por los avances a la fecha.

5

Requerimientos y Cuantificación del Déficit 2022-2031

Período 2022-2031

Del total de la cartera 2018-2022, han finalizado y entrado en operación 12 proyectos. El saldo de 87 proyectos en la cartera tiene los siguientes estados para el período 2022-2031; hay 33 proyectos en ejecución de obras, 15 en proceso de licitación¹² y 39 proyectos en las etapas previas.

En términos de compromiso presupuestario, los proyectos de arrastre¹³ (33) para el período 2022-2031 implican un monto de inversión de MMUS\$ 3.113, que están programados en el período 2022-2026.

Los proyectos en proceso de licitación (15) incrementarán las demandas presupuestarias en el período 2022-2026 y probablemente impactarán en el quinquenio 2027-2031. Estos proyectos implican un monto de inversión de MMUS\$ 2.409 (MMUS\$ 2.339 APP y MMUS\$ 70 Aporte Fiscal).

Los proyectos en etapas previas de estudios y elaboración de diseño (39) implican una estimación preliminar de inversión de MMUS\$ 6.465, con una estimación de superficie a construir de 1.979.132 m² y un número de camas de 7.884 unidades, de las cuales 5.526 son existentes y 2.358 son ampliación de oferta.

Al considerar sólo los contratos en ejecución (33) y en licitación (15), las demandas de recursos de estos proyectos serían de MMUS\$ 5.522, lo que implica una inversión efectiva promedio/año de MMUS\$ 1.104¹⁴, cifra aun no alcanzada en los períodos anteriores. Simulando un cronograma de ejecución, se obtiene el siguiente flujo de inversión para el período 2022-2031:

Tabla 10.13: Cronograma Financiero Proyectos en Ejecución y Etapas Previas 2022-2031¹⁵

Proyectos	Inversión MMUS\$	Avance Ejecución 2021 MMUS\$	Saldo por Invertir MMUS\$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
87	13.457	1.471	11.986	1.300	1.628	1.378	939	507	1.399	1.509	1.293	1.255	778

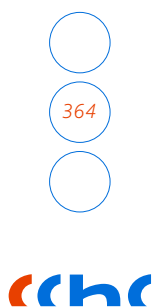
Fuente: Elaboración propia

¹² De los 15 proyectos en licitación 13 son en la modalidad de APP.

¹³ Proyectos iniciados anteriormente al año 2018, con gastos efectivos o adjudicados durante el año 2017.

¹⁴ Hasta la fecha el monto máximo ejecutado fue el año 2019 con MM\$ 567.681, equivalente a MMUS\$ 756.

¹⁵ La cartera de proyectos detallada para el período 2022-2031 se encuentra en el Anexo: Tabla D.



El flujo teórico de inversión anual para el período 2022-2026 considera la continuidad de los proyectos en ejecución, normalmente conocidos como proyectos de arrastre y licitación más algunos pocos proyectos con financiamiento sectorial que iniciarían el 2026.

En términos específicos se estima una inversión de MMUS\$ 5.752 para el período 2022-2026. De este monto, MMUS\$ 5.453 corresponde a proyectos de arrastre y en licitación. Esta estimación se desagrega en MMUS\$ 2.385 con financiamiento tradicional y MMUS\$ 3.068 vía APP. El saldo de MMUS\$ 299 para el quinquenio 2022-2026 corresponde a una propuesta de proyecto a iniciar el año 2026 y que comprometen recursos para el quinquenio 2027-2031.

Al considerar el promedio anual de inversión con financiamiento tradicional para el periodo 2022-2031 de MMUS\$ 477 por año, se observa que está sobre los MMUS\$ 407 que fue el promedio de inversión para el quinquenio 2016-2020.

No es posible predecir los escenarios económicos con precisión para el sector público, pero las condiciones generales no indicarían una expansión muy sustancial de las inversiones, por lo que es razonable pensar que el financiamiento de la cartera de inversiones para el 2022-2026 debería estar en el rango de la demanda comprometida.

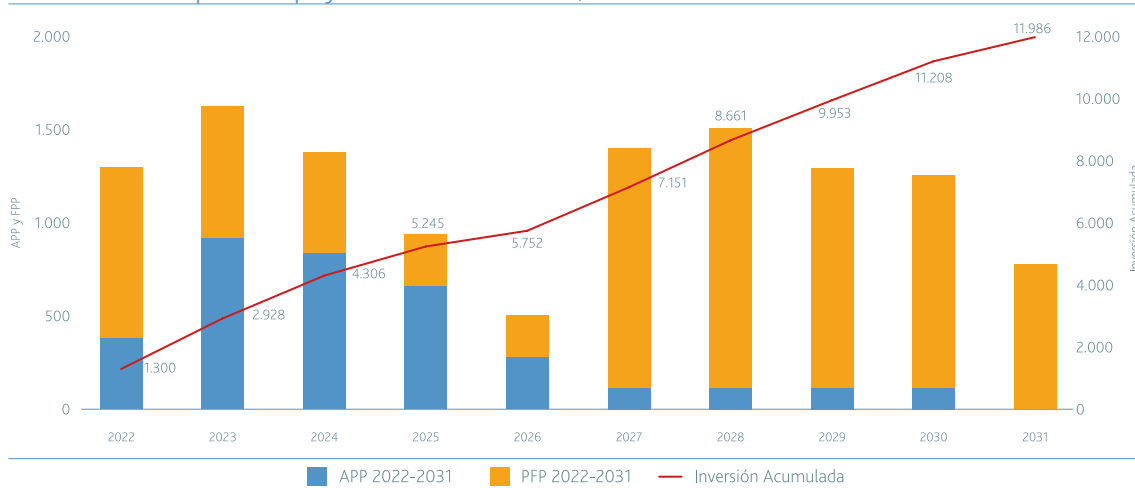
Tabla 10.14: Inversión 2022-2031 por región

Región	2022-2026	2027-2031	2022-2031
XV	24	24	49
I	9		9
II	45	15	60
III	25		25
IV	865	78	944
V	331	958	1.289
XIII	2.070	1.979	4.049
VI	255	89	344
VII	581		581
XVI	222		222
VIII	589	1.828	2.417
IX	81	26	106
XIV	304	801	1.105
X	311	259	570
XI	41	127	168
XIII		49	49
	5.752	6.234	11.986

Fuente: Elaboración propia

Al simular el flujo financiero de los 87 proyectos para el período 2022-2031 según aporte fiscal (Sectorial, FNDR, o ambos) y la modalidad APP, se desprende la evolución de ambas carteras en función de la modalidad de financiamiento. Dado el incremento de financiamiento de proyectos vía APP, el primer quinquenio (2022-2026) muestra una participación significativa de esta modalidad de financiamiento. Hacia el el segundo quinquenio (2027-2031) comienza a prevalecer el financiamiento con Aporte Fiscal, el cual dependerá de las disponibilidades de fondos públicos que indiquen las correspondientes leyes de presupuestos para cada año.

Gráfico 10.6: Participación de proyectos financiados vía APP, en MMUS\$



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los parámetros utilizados para la programación de inversiones 2022-2031, se han utilizado plazos de materialización de los proyectos en función de los tamaños de cada proyecto.

Las estimaciones de costo por ítem han sido obtenidas de la ficha IDI del Banco Integrado de Proyectos que administra MIDESO para los proyectos con este insumo disponible. El monto efectivo de inversión se conocerá al cierre de la ejecución de cada proyecto, una vez que 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 2022-2031, corresponden a la estimación de un 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.

Evolución indicador de camas por habitante hacia 2031

En una mirada del recurso cama, se observa que, para el año 2018, el país contaba con 38.184 camas totales (Subsector Público y Subsector Privado) y una población (de acuerdo con INE) de 18.751.415 h, lo que daba un ratio de 2,04 camas por 1.000 habitantes. En 2021, producto de la terminación de 12 proyectos en el subsector público, se incrementó la oferta del subsector público en 737 camas. Por otro lado, no existen estadísticas del incremento de camas del subsector privado para el período 2018-2021. Así, como la población (de acuerdo con INE) para el año 2021 fue estimada en 19.678.363 h., el ratio camas por 1000 h para 2021 se estima en 1,98 camas por 1000 h.

Al año 2031 la cartera de proyectos analizada arrojará una dotación de 47.183 camas sobre una población de 20.826.397 h. El ratio por el solo efecto del incremento de oferta pública será de 2,13 camas por 1.000 h.





6

Recomendaciones de acción

El panorama de salud del país indica que seguimos avanzando hacia causas de mortalidad y morbilidad de los países del primer mundo. En la contingencia, la aparición del COVID-19 ha detenido parcialmente la respuesta sanitaria a los problemas de salud históricos y ha originado un escenario de incertidumbre, del cual aún no es posible prever en términos de, duración como demanda de salud pública y magnitud, por el desconocimiento del problema para las sociedades científicas.

El haber enfrentado la pandemia con una estrategia de vacunación rápida ha sido un acierto de la autoridad sanitaria, medida costo efectiva y eficaz en término de mortalidad. No obstante lo anterior, aun quedan interrogantes no resueltas que deberán ser abordadas por la autoridad sanitaria del gobierno entrante.

La evolución de la inversión pública en salud durante el período 2018-2021 muestra un programa de ejecución robusto, que a pesar de las dificultades propias asociadas al tamaño, avanza sistemáticamente en la tarea.

Como se ha visto en las últimas versiones del presente informe, más allá de movimientos de cambios en la lista de necesidades, existe una columna vertebral del plan de inversiones en salud que permanece en el tiempo, más allá de las rotaciones de autoridades gubernamentales.

Lo más relevante del período ha sido la consolidación de la modalidad de APP para la materialización de los proyectos, pasando desde una cartera de 5 proyectos a 24 proyectos potenciales financiados por esta modalidad. El alcance del formato APP ha tenido variaciones, donde en la situación actual los contratos sólo incluyen los subsidios a la infraestructura, equipamiento y las respectivas actividades de mantenimiento hacia ambos componentes.

Dado la realidad económica de país, en circunstancias de pandemia y sin recuperación de la tendencia de crecimiento, más las inestabilidad mundial, hace difícil simular escenarios realistas de expansión significativa del gasto público en salud. En este sentido, avanzar con otros proyectos de inversión en la modalidad APP, sería técnicamente una decisión apropiada. Corresponderá a las nuevas autoridades políticas, decidir la continuidad del modelo de financiamiento.

El país está en presencia del mayor esfuerzo económico por mejorar la infraestructura de salud. Esta situación exige un esfuerzo técnico sustancial de todos los equipos humanos que están apoyando la tarea. Lejos la actividad que más estresa la vida de un proyecto es el proceso o etapa de construcción. Todos los esfuerzos que se realicen por hacer acciones de seguimiento y fiscalización adecuada y oportuna, son bienvenidos.



368



Asimismo, continúa presente la necesidad de seguir mejorando las etapas de concepción de los proyectos hospitalarios, EPH, anteproyectos y diseños de arquitectura y especialidades concurrentes. La correcta ejecución de estas etapas, en plazos adecuados y con equipos sectoriales de contraparte robustos, permite disponer de proyectos bien preparados, que minimizan los tiempos técnicos de los procesos de licitación y ejecución de las obras, así como también los precios finales de los contratos.

Las autoridades de turno deben incorporar en su visión la importancia que tiene, para proyectos de esta magnitud e impacto social, el respeto a los tiempos técnicos de los procesos de preparación, los cuales parecieran ser incompatibles por los plazos de las administraciones de gobierno.

Como tarea pendiente en la modalidad no APP, es la normalización de los procesos de adquisiciones con documentos tipos de Bases de Licitación segmentados por montos de inversión, tipo de proyecto y no un solo documento estándar¹⁶. Especial énfasis se debe hacer al momento de definir los requisitos que se solicitan a los equipos técnicos, las empresas y consorcios. Respecto a los requisitos de experiencia exigidos a los profesionales en ámbitos de diseños y experiencia en obra, estos deben ser consistentes con datos empíricos de la realidad nacional y proporcionales a la complejidad técnica del proyecto. Deben también, a su vez, poder acreditarse estos requisitos de forma certera pero simple.

Sigue pendiente desde el último ICD, la implementación de un piloto de evaluación ex post de los proyectos que financia el MINSAL. Una revisión crítica de las etapas de EPH, 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. Esto permitiría evaluar virtudes, falencias, aciertos y errores del proceso. Esta tarea puede ser asumida por una institución ajena al sector (DIPRES por ejemplo), y otorgaría inputs para mejorar los procesos y hacer más rentable la inversión pública en salud. A la fecha, ya hay suficientes proyectos finalizados de estos últimos años de inversión.

Tampoco se ha avanzado en la necesidad de institucionalizar en la red, la cultura del mantenimiento. Los proyectos ejecutados vía APP tienen incorporada esta dimensión. 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, debido a la existencia de otras demandas legítimas de insumos para la acción sobre pacientes. Lo que se ha hecho en otros países¹⁷ es marcar el ítem de uso exclusivo y adicionalmente a esto, dimensionar las necesidades de mantenimiento adecuadamente para asegurar el funcionamiento del activo fijo.

¹⁶ Tanto el Banco Mundial como el BID usan para los prestatarios documentos estándar de licitación para obras menores y mayores.

¹⁷ Proyectos financiados por fuentes multilaterales en Centroamérica y el Caribe.



Impacto COVID-19 sobre la infraestructura hospitalaria en Chile

Las diversas acciones sanitarias que forman parte de la estrategia de control y mitigación de COVID-19, muestran un escenario de contención preliminar, aún inestable. Las acciones realizadas por los sistemas de salud en el mundo se orientaron, al principio de la pandemia, en disminuir la circulación viral vía cuarentenas geográficas, por un lado, y, por otro lado, a enfrentar el tratamiento de las personas contagiadas mediante los recursos disponibles en las redes asistenciales reforzadas en algunos casos, con dedicación exclusiva en otros, para la atención de los pacientes en distintos estados de desarrollo de su morbilidad. Esta estrategia transitoria de no modificar la configuración de los hospitales hipertrofiando unidades de paciente crítico para ciclos temporales de la pandemia respondió a la racionalidad sanitaria y económica. Dicha estrategia correspondió a la acción de llegada tardía para una crisis sanitaria desconocida.

Bajo la premisa de que el desarrollo de vacunas contra el virus era la mejor estrategia para enfrentar la pandemia, los esfuerzos mundiales se dirigieron hacia el desarrollo de esta línea de acción, la que en tiempos récords consiguió elaborar una respuesta para reducir los daños en salud para la población mundial.

En el día a día, los sistemas de salud debieron enfrentar con los recursos disponibles, más aquellos que fueron adquiriendo paulatinamente, la demanda creciente y muchas veces fuera de control de las personas contagiadas con agudos cuadros respiratorios y complicaciones adicionales para los pacientes con enfermedades basales.

Los organismos de financiamiento multilateral adoptaron una estrategia de ayuda financiera para los países más menos preparados, orientando fondos para la provisión de insumos de protección personal, equipamiento para habilitación de unidades de hospitalización, tratamiento de enfermedades respiratorias, laboratorio, imagenología, unidades de paciente crítico y transpor-

te de pacientes durante las primeras olas de la pandemia. Como segunda línea de apoyo, han dado financiamiento al plan de vacunación, proceso que ha moderado la potencia de la pandemia y ha permitido mejorar el bienestar de la población.

Así, la estrategia actual para enfrentar la pandemia está en el fortalecimiento de los eventos previos a la hospitalización de pacientes contagiados, vale decir vacunación oportuna, testeos regulares y seguimiento de contactos de contagiados. Esta tarea forma parte de los equipos de salud del primer nivel de atención.

Para esta tarea, Chile cuenta con una gran y moderna red de dispositivos de atención primaria asumiendo las acciones preventivas de salud y el control de enfermos crónicos. Es esta instancia, la que juega un rol clave para el manejo oportuno y eficaz de la crisis sanitaria.

Durante los últimos 4 años se han materializado 99 proyectos de atención primaria, como muestra la siguiente Tabla:

Tabla A: Dispositivos de Atención Primaria terminados 2018-2021

Región	CESFAN	CESFAN+SAR	POSTA RURAL	SAR	CECOSF	TOTAL
XV	1			1	1	3
I	1		1	2		4
II				1		1
III				2		2
IV	3			3		6
V	5			3	1	9
XIII	12			6	3	21
VI	3			2	1	6
VII	2			3		5
XVI	4			1	1	6
VIII	9			5		14
IX	2			3	1	6
XIV	2			1		3
X	4			3	2	9
XI	1				2	3
XII				1		1
Total	49	0	1	37	12	99

Fuente: MINSAL.

Los focos de prestaciones de los dispositivos construidos y las orientaciones de cada uno de estos son las siguientes:

- Los CESFAM (Centros de Salud Familiar) están orientados a realizar acciones de cuidados básicos en salud, de promoción, prevención, curación, tratamiento, cuidados domiciliarios y

rehabilitación de la salud en modalidad ambulatoria.

- Los SAR (Servicios de Urgencia de Alta Resolución) otorgan atención médica de urgencia a la población inscrita, en un horario que complementa el funcionamiento del CESFAM y del SAPU. El propósito es que

las personas eviten concurrir a los servicios de emergencia de la red hospitalaria, para patologías de baja complejidad, asegurando así la continuidad de la atención y coordinando la adecuada derivación del usuario a su equipo de salud de cabecera cuando corresponda. Disponen de mayor

capacidad resolutive, mejor equipamiento y tecnología, más personal y una ambulancia para trasladado al hospital.

- Los CECOSF (Centros Comunitarios de Salud Familiar) otorgan atenciones básicas de salud y trabaja bajo la coordinación técnica de un CESFAM. Están cercanos a la comunidad y tienen por objetivo resolver de manera

más oportuna la demanda de necesidades de salud de la población a cargo.

- La Posta de Salud (PSR) da cobertura a las necesidades de salud de sectores de población rural, con acciones de fomento y protección de la salud, promoción, prevención, trabajo comunitario en salud y a su vez derivando pacientes a otros dispositivos de

la red las situaciones que no pueden ser resueltas en ese nivel. Cuentan con un técnico paramédico residente, disponible en forma permanente e inmediata, y con un sistema de comunicación radial con su centro de referencia.

Hacia fines de 2021, existían procesos de inversión en etapas previas como sigue:

Tabla B: Proyectos Atención Primaria en Licitación

Región	CESFAN	CESFAN+SAR	POSTA RURAL	SAR	CECOSF	TOTAL
XV						0
I	1					1
II	1					1
III	1					1
IV	1					1
V	3			1		4
XIII	7			3		10
VI	1	1				2
VII	1					1
XVI	1					1
VIII						0
IX	2					2
XIV	1					1
X	4					4
XI		1				1
XII	1					1
Total	25	2	0	4	0	31

Fuente: MINSAL.

Tabla C: Proyectos de Atención Primaria en Ejecución

Región	CESFAN	CESFAN+SAR	POSTA RURAL	SAR	CECOSF	TOTAL
XV						0
I						0
II		1				1
III	1					1
IV						0
V	3	1		4		8
XIII	6			5		11
VI						0
VII	1					1
XVI		1				1
VIII	1			1		2
IX	2			1	2	5
XIV	1					1
X	2	1				3
XI						0
XII	1					1
Total	18	4	0	11	2	35

Fuente: MINSAL.

Estas tablas muestran que la red de atención primaria ha seguido actualizándose en términos de infraestructura y equipos, aumentando la cobertura para la atención programada y las labores de apoyo al combate de la pandemia.

Anexo

10.1:

Tabla A: Cartera Proyectos de Arrastre a septiembre 2021

Nº	Región	Proyecto
1	I	Alto Hospicio
2	II	Calama
3	III	Diego de Almagro
4	III	Huasco
5	IV	CDT La Serena I
6	IV	Ovalle
7	V	Casablanca
8	V	Fricke I
9	V	Fricke II
10	V	Marga Marga/Villa Alemana
11	V	Philippe Pinel
12	V	Quillota-Petorca
13	V	San Antonio
14	XIII	Barros Luco - Trudeau
15	XIII	Cordillera Puente Alto
16	XIII	Félix Bulnes
17	XIII	HUAP II
18	XIII	HZN
19	XIII	INC
20	XIII	Melipilla
21	XIII	Salvador-Geriátrico
22	XIII	San Luis de Buin - Paine
23	XIII	Sótero del Río
24	XIII	HUAP 1 (Valech)
25	VII	Cauquenes
26	VII	Constitución
27	VII	Curicó
28	VII	Linares
29	VII	Parral
30	XVI	Ñuble
31	VIII	Arauco
32	VIII	Lebu
33	VIII	Nacimiento



372



ccbc

Nº	Región	Proyecto
34	VIII	Santa Bárbara
35	VIII	Coronel
36	VIII	Lota
37	VIII	Las Higueras III
38	IX	Angol
39	IX	Carahue
40	IX	Collipulli
41	IX	Cunco
42	IX	Curacautín
43	IX	Lonquimay
44	IX	Makewe
45	IX	Padre de las Casas
46	IX	Villarrica
47	XIV	La Unión
48	XIV	Río Bueno
49	X	Ancud
50	X	Puerto Varas
51	X	Queilen
52	X	Quellón
53	XI	Chile Chico
54	XI	Cochrane

Fuente: Elaboración propia

Tabla B: Cartera Proyectos Priorizados

Nº	Región	Proyecto
1	IV	La Serena II
2	V	Eduardo Pereira
3	V	Van Buren
4	XIII	INCA
5	XIII	Pedro Aguirre Cerda
6	XIII	Roberto del Río
7	XIII	San Borja Arriarán
8	VI	San Vicente
9	VIII	Grant Benavente
10	XI	Coyhaique

Fuente: Elaboración propia

Tabla C: Cartera Nuevos Proyectos

Nº	Región	Proyecto
1	XV	CDT Arica
2	II	Mejillones
3	II	Taltal
4	II	San Pedro de Atacama
5	IV	Coquimbo I
6	IV	Illapel
7	IV	San Pablo Coquimbo II
8	V	Quintero
9	V	San Camilo
10	XIII	San José de Maipo
11	XIII	Peñaflor
12	XIII	Calvo Machenna
13	VI	Pichilemu
14	VI	Rengo
15	VI	CRS Machalí
16	VIII	Los Ángeles
17	VIII	Mulchén
18	VIII	Santa Juana
19	VIII	Tomé
20	VIII	Curanilahue (Torre)
21	IX	Pitrufquén
22	IX	Vilcún
23	XIV	Los Lagos
24	XIV	Mariquina
25	XIV	Paillaco
26	XIV	Panguipulli
27	XIV	Valdivia
28	X	Achao
29	X	Castro
30	X	Río Negro
31	X	Puerto Octay
32	X	Chaitén
33	X	Mauñín
34	X	Purranque
35	XII	CDT Punta Arenas

Fuente: Elaboración propia

Tabla D: Cartera Total Proyectos 2022-2031

Región	Proyecto	Inversión MMUS\$	Avance Ejecución 2021 MMUS\$	Saldo por Invertir MMUS\$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
XV	CDT Arica	49	0	49					24,49	24,49				
I	Alto Hospicio	143	134,7	9	8,71									
II	Mejillones	19	0	19					19,47					
II	Taltal	31	0	31					15,27	15,27				
II	San Pedro de Atacama	10	0	10					10,45					
III	Diego de Almagro	21	3,5	17	8,6	8,6								
III	Huasco	23	16,2	7	7,34									
IV	Illapel	118	0	118					39,19	39,19	39,19			
IV	La Serena II	395	0	395	98,79	98,79	98,79	98,79						
IV	San Pablo Coquimbo II	431	0	431	107,77	107,77	107,77	107,77						
V	Casablanca	29	17,1	12	12,18									
V	Eduardo Pereira	236	0	236					58,99	58,99	58,99	58,99		
V	Fricke II	163	0	163					54,43	54,43	54,43			
V	Marga Marga/Villa Alemana	192	51,1	141	47,1	47,1	47,1							
V	Philippe Pinel	50	42,4	7	7,37									
V	Quintero	8	0	8					8,37					
V	San Antonio	186	137,6	48	24,17	24,17								
V	Van Buren	607	0	607						151,66	151,66	151,66	151,66	
V	San Camilo	65	0	65						32,66	32,66			
XIII	Barros Luco - Trudeau	546	0	546	136,47	136,47	136,47	136,47						
XIII	Cordillera Puente Alto	232	0	232	77,47	77,47	77,47							
XIII	HUAP II	245	0	245						61,23	61,23	61,23	61,23	
XIII	HZN	242	0	242						60,42	60,42	60,42	60,42	
XIII	INC	281	0	281		70,21	70,21	70,21	70,21					
XIII	INCA	212	0	212						53,07	53,07	53,07	53,07	
XIII	Melipilla	185	88,7	96	48,2	48,2								
XIII	Pedro Aguirre Cerda	58	0	58						19,27	19,27	19,27		
XIII	Roberto del Río	232	0	232						57,97	57,97	57,97	57,97	
XIII	Salvador-Geriátrico	247	87,6	160	79,9	79,9								
XIII	San Borja Arriarán	611	0	611						122,29	122,29	122,29	122,29	122,29
XIII	San José de Maipo	127	0	127							42,46	42,46	42,46	
XIII	San Luis de Buin - Paine	183	0	183	45,72	45,72	45,72	45,72						
XIII	Sótero del Río	572	0	572	142,95	142,95	142,95	142,95						
XIII	Peñaflor	51	0	51							25,72	25,72		
XIII	Calvo Machenna	200	0	200						50,01	50,01	50,01	50,01	
VI	Pichilemu	39	0	39		19,59	19,59							
VI	Rengo	216	0	216		71,85	71,85	71,85						
VI	San Vicente	63	0	63						31,61	31,61			
VI	CRS Machalí	26	0	26						26,13				
VII	Cauquenes	134	0	134	44,63	44,63	44,63							
VII	Constitución	124	0	124	41,37	41,37	41,37							
VII	Curicó	359	356	3	3,13									
VII	Linares	222	29,5	193	64,33	64,33	64,33							
VII	Parral	127	0	127	42,46	42,46	42,46							
XVI	Ñuble	289	66,9	222	74,02	74,02	74,02							
VIII	Arauco	49	0	49						24,49	24,49			

Región	Proyecto	Inversión MMUS\$	Avance Ejecución 2021 MMUS\$	Saldo por Invertir MMUS\$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
VIII	Grant Benavente	995	0	995						199,06	199,06	199,06	199,06	199,06
VIII	Lebu	67	0	67						33,7	33,7			
VIII	Los Ángeles	425	0	425							106,14	106,14	106,14	106,14
VIII	Mulchén	100	0	100						33,2	33,2	33,2		
VIII	Nacimiento	44	0	44	14,7	14,7	14,7							
VIII	Santa Bárbara	39	0	39	13,06	13,06	13,06							
VIII	Santa Juana	66	0	66									33,03	33,03
VIII	Coronel	261	0	261	65,32	65,32	65,32	65,32						
VIII	Lota	134	0	134	33,47	33,47	33,47	33,47						
VIII	Las Higueras III	188	78	110	55,07	55,07								
VIII	Tomé	126	0	126								42,14	42,14	42,14
VIII	Curanilahue (Torre)	3	2,9	0,09	0,09									
IX	Carahue	27	26,3	1	0,73									
IX	Collipulli	30	29,4	1	1									
IX	Curacautín	35	9,5	26	25,76									
IX	Lonquimay	34	14,5	19	19,11									
IX	Makewe	18	13,8	4	3,67									
IX	Pitrufquén	59	58,1	1	1,01									
IX	Vilcún	26	0	26						25,58				
IX	Villarrica	77	47,5	29	29,49									
XIV	La Unión	118	0	118		39,19	39,19	39,19						
XIV	Los Lagos	43	0	43		14,17	14,17	14,17						
XIV	Mariquina	77	0	77						38,5	38,5			
XIV	Paillaco	45	0	45						22,41	22,41			
XIV	Panguipulli	92	0	92						45,97	45,97			
XIV	Río Bueno	144	0	144		47,9	47,9	47,9						
XIV	Valdivia	587	0	587						117,46	117,46	117,46	117,46	117,46
X	Achao	28	0	28							27,58			
X	Ancud	124	74,9	49	49									
X	Castro	147	0	147								49,15	49,15	49,15
X	Puerto Varas	196	0	196		65,32	65,32	65,32						
X	Queilen	28	0	28	14,16	14,16								
X	Quellón	85	81	4	3,66									
X	Río Negro	7	0,4	7	7,05									
X	Puerto Octay	8	2,3	6	5,6									
X	Chaitén	22	0,6	21	21,34									
X	Mauullín	38	0	38									18,96	18,96
X	Purranque	46	0	46									22,86	22,86
XI	Chile Chico	41	0	41	20,29	20,29								
XI	Coyhaique	127	0	127								42,46	42,46	42,46
XIII	CDT Punta Arenas	49	0	49									24,49	24,49
	Total	13.457	1.471	11.986	1.300	1.628	1.378	939	507	1.399	1.509	1.293	1.255	778
	Acumulado				1.300	2.928	4.306	5.245	5.752	7.151	8.661	9.954	11.208	11.986

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E: Proyectos con Financiamiento FNDR (2018-2022)

Región	Hospital	Monto MMUS\$
I	Hospital Alto Hospicio	6,08
II	Hospital de Calama	8,82
II	Hospital de Mejillones	0,13
II	CDRS San Pedro Atacama	0,19
II	Hospital de Tal Tal	0,11
III	Hospital Diego de Almagro	15,00
III	Hospital de Huasco	23,49
IV	Reposición Hospital de Coquimbo	8,22
IV	Normalización Hospital de Illapel	2,06
IX	Reposición Hospital de Angol	16,04
IX	Normalización Hospital de Cunco	28,68
IX	Normalización Hospital de Vilcún	25,58
V	Reposición Hospital Van Buren	0,43
VI	Construcción Hospital Pichilemu	1,37
VI	Normalización Hospital San Vicente	1,56
VIII	Normalización Hospital Las Higueras	1,36
VIII	Normalización Hospital Santa Juana	0,07
X	Normalización Hospital Ancud	5,86
X	Normalización Hospital Castro	0,28
X	Normalización Hospital Chaitén	21,93
X	Normalización Hospital Quellón	6,04
X	Normalización Hospital Río Negro	7,10
XI	Normalización Hospital de Coyhaique	0,49
XII	Reposición Hospital de Cochrane	26,73
	Total	207,63

Fuente: Elaboración propia en base a BIP.

Hospitales



377



Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2022-2031

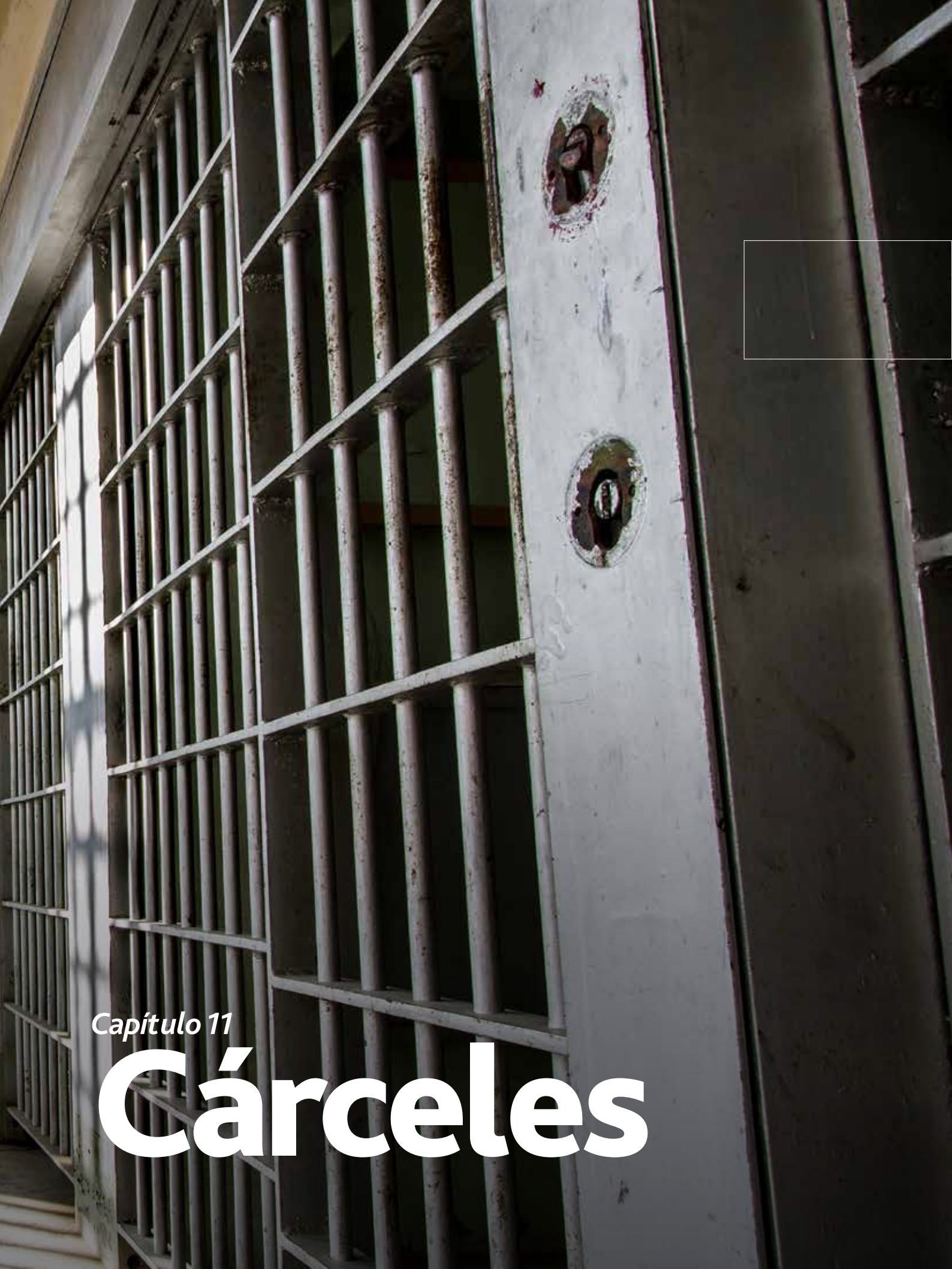


Tabla F: Cartera de Concesiones 2022

Nº	Hospital	Nº Camas	Superficie m ² (Estimadas Int+Ext)	Status
1	Maipú	375	71.000	Operativo
2	La Florida	391	68.000	Operativo
3	Antofagasta	671	123.000	Operativo
4	Félix Bulnes	523	125.000	Operativo
5	Salvador-Geriátrico	642	169.000	Construcción
6	Cauquenes	136	41.000	Diseño
7	Constitución	111	37.000	Diseño
8	Parral	121	39.000	Diseño
9	Buin	200	56.000	Diseño
10	Coronel	353	79.000	Diseño
11	Lota	132	40.000	Diseño
12	Santa Bárbara	37	12.000	Diseño
13	Nacimiento	47	13.000	Diseño
14	La Unión	149	36.000	Diseño
15	Río Bueno	120	43.000	Diseño
16	Los Lagos	36	15.000	Diseño
17	Puerto Varas	190	60.000	Diseño
18	La Serena	668	121.000	Diseño
19	Coquimbo	605	132.000	Licitación
20	Rengo	229	66.000	Licitación
21	Pichilemu	27	12.000	Licitación
22	Incancer	249	86.000	Licitación
23	Metropolitano Norte	368	85.000	Preparación
24	I.Neurocirugía	214	65.000	Preparación
	TOTAL	6.594	1.594.000	

Fuente: Elaboración propia sobre información MINSAL-MOP.





Capítulo 11

Cárceles

1 Resumen ejecutivo

Una de las preocupaciones más recurrente de la población chilena durante las últimas décadas ha sido la seguridad ciudadana¹.

Como un mecanismo para enfrentar esta situación, los distintos gobiernos han generado estrategias de carácter punitivo, cuyo fin último es proteger a la sociedad frente al delito y dar una oportunidad a la persona privada de libertad de rehabilitarse y reinsertarse en la sociedad.

La infraestructura penitenciaria es fundamental para garantizar un entorno seguro y adecuado para las personas privadas de libertad y funcionarios, cumpliendo así con el propósito del sistema penitenciario, el de proveer un trato digno, propiciar la reinserción social y laboral del interno, y cumplir con las directrices y recomendaciones en materias de Derechos Humanos. El Estado de Chile ha reafirmado su interés por seguir las directrices y recomendaciones que los distintos organismos internacionales han impulsado², y por lo tanto invertir en infraestructura penitenciaria y mejorar sus estándares.

Dada la importancia que tiene la planificación de infraestructura penitencia y su adecuación a la realidad local, es que se lleva a cabo esta actualización del ICD 2018-2027. De los 84 establecimientos penitenciarios cerrados con los que se contaba en dicho informe, a la fecha hay sólo 80, de los cuales 8 son establecimientos concesionados y 72 institucionales. En términos de plazas, el subsector concesionado cuenta con 17.548, presentando un aumento de 2% en relación al 2017 y el subsector institucional dispone de 24.214, presentando un aumento de 4,6% en relación al 2017. En total, el sistema penitenciario presenta un aumento de 3,5%, con 41.762 plazas.

En cuanto a la población penal, el 92,9% son hombres y el 7,1% mujeres. De las 80 cárceles, 6 corresponden a Centros Penitenciarios Femeninos siendo el de Arica el más nuevo (inaugurado a mediados de 2020), 32 Centros incluyen hombres y mujeres y 40 Centros mantienen población únicamente de hombres. El total de población privada de libertad es de 39.072 al 31 de julio de 2021. El índice ocupacional actual del sistema penitenciario es de 93,6%, cifra que puede ser engañosa, ya que no toma en cuenta criterios regionales, desagregación por hombre y mujer, distribución de reclusos dentro de la cárcel (secciones, módulo o celdas), ni la nueva Ley N° 21.228 de penas conmutativas creada como respuesta a la pandemia COVID-19, por lo que no da cuenta de las realidades específicas de cada recinto penitenciario.

¹ Según lo reportado en el Estudio Nacional de Opinión Pública, ante la pregunta "¿Cuáles son los tres problemas a los que debería dedicar el mayor esfuerzo en solucionar el Gobierno?", las tres primeras respuestas en agosto 2021 fueron (1) Delincuencia, Asalto, Robos, (2) Pensiones y (3) Salud, siendo "Delincuencia, Asalto, Robos" la primera preocupación en 23 de 29 ocasiones en que se ha llevado a cabo estas encuestas a lo largo del tiempo.

² Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (1975); Conjunto de Principios para la Protección de todas las personas sometidas a cualquier forma de Detención o Prisión (UN 1988); Convención Americana de Derechos Humanos (Pacto de San José de Costa Rica 1990) relacionada con la segregación de los internos; Principios Básicos para el Tratamiento de los Reclusos (UN 1990); Protocolo Facultativo de la Convención Contra la Tortura y otros Tratos o Penas Cruelles, Inhumanos o Degradantes (UN 2002); Principio Relatoría

sobre los Derechos de las Personas Privadas de Libertad (2004) de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; Principios y Buenas Prácticas Sobre la Protección de las Personas Privadas de Libertad en las Américas (DIDH 2008); 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.



Al aplicar un estándar de habitabilidad equivalente al del diseño original de los establecimientos concesionados de la década pasada, esto es 29,5 m² 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.

El avance a la fecha se debe en parte a la reducción del número de internos del sistema penitenciario, lo que se tradujo en una disminución del déficit de plazas desde 6.052 plazas en el ICD 2018-2027 a 2.616 plazas al 2021, lo que traduce en una necesidad de disponer de 77.042 m² para el año 2021. Al valorizar esta superficie, utilizando la metodología del ICD 2018-2027, se llega a una brecha de MMUS\$ 179, por lo que el avance en la brecha a la fecha es de MMUS\$ 128.

Con respecto al avance financiero que impacta la brecha de plazas por incremento de población, en términos de recursos, la cartera tiene un costo total de MMUS\$ 456,3, de los cuales MMUS\$ 131 han aportado nuevas plazas al sistema penitenciario. Esto representa una ejecución del 17,5% de la tarea para el decenio 2018-2027, y 19,5% para el quinquenio 2018-2022, según lo calculado en el ICD 2018-2027.

Tabla 11.1: Requerimientos de inversión ICD 2018-2027, avance 2018-2021 y nueva brecha 2022-2031

Ítem Brecha	Inversión (MMUS\$)		
	2018-2027	Avance 2019-2021	2022-2031
Cierre de Brechas por sobreuso	307	128	388
Requerimientos por incremento de población	160	131	39
Reposición por obsolescencia	508		1.050
Totales	975	259	1.476

Fuente: Elaboración Propia en base a ICD 2018-2027

La nueva brecha de inversión es de MMUS\$ 1.476, la cual se explica en un 71,1% por la creciente brecha de plazas por obsolescencia, dada la antigüedad de la infraestructura penitenciaria del país. Para llevar a cabo los cálculos de la nueva brecha, se utilizó como antecedentes los datos de los 3 nuevos centros penitenciarios en construcción, "Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule. Tomando en cuenta los nuevos estándares de 41,4 m² por plaza y el precio en 64,01 UF/m², se calculó la nueva brecha para 2022-2031.

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.

2

Descripción del sector

Marco Normativo

Entendiendo que la demanda efectiva por estos servicios públicos depende eminentemente del comportamiento delictivo de la población, ésta también se verá alterada por el marco regulatorio que impere (jurídico y procedimental). 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 pudiesen incidir en la cuantificación de la demanda.

Marco Jurídico

Desde la confección del ICD 2018-2027, el marco jurídico sólo ha experimentado cambios, dada la pandemia del COVID-19. En la Tabla 11.2 de dicho informe, se exponen los cuerpos legales que afectarían los servicios penitenciarios bajo atención cerrada. Se mencionan, la modificación del D.L. 321 (1925/2011), la Ley 20.587 (2012) y la Ley N°20.603 (1983) que modifica la Ley N° 18.216 (2013), las cuales disminuirían las necesidades de infraestructura penitenciaria. Para la Ley N° 20.931 (2016) y la Ley 21.013 (2017) se estimó que aumentarían las necesidades de infraestructura penitenciaria. Por último, en el año 2020 se promulgó la Ley 20.228, la cual concede indulto General Conmutativo a causa de la enfermedad COVID-19 en Chile, la cual busca responder en el corto plazo a las nuevas necesidades de infraestructura generadas por la pandemia.

Programa de Gobierno Presidente Sebastián Piñera (2018-2022)

El programa de gobierno del presidente Sebastián Piñera consideró un conjunto de directrices en el ámbito de la Seguridad Ciudadana, las cuales se enmarcan dentro de la **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas**, agenda firmada por los 93 estados, como un nuevo paradigma de desarrollo en el que, las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas toman un rol central. Esta Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles para guiar el trabajo de las Naciones Unidas hasta el año 2030.

En el ámbito de la Seguridad Ciudadana, específicamente, se plantearon 7 líneas de acción³:

- i) Modernización administrativa y operativa de las policías.
- ii) Fortalecimiento de la acción del Estado en la prevención del delito
- iii) Combate al narcotráfico y al crimen organizado.
- iv) Inteligencia al servicio de la seguridad pública.
- v) Política contra el terrorismo interno y reformas de la ley antiterrorista.
- vi) Política Nacional de Control de Fronteras.
- vii) Asistencia integral de víctimas de delitos.

³ Las siete líneas de acción reflejan los objetivos de: 3. Salud y Bienestar, 5. Igualdad de Género y 16. Paz, Justicia e Instituciones Sólida



Por su parte en el ámbito de la administración de la justicia, las directrices⁴ que guiaron el programa fueron:

- i) Reforma Procesal Civil.
- ii) Justicia vecinal.
- iii) Política penitenciaria.
- iv) Nuevo Servicio Nacional de Reinserción Social Juvenil
- v) Notarios y Conservadores.
- vi) Derechos Humanos.
- vii) Nuevo Código Penal y evaluación de la reforma procesal penal.

Estas directrices se soportan en siete medidas y acciones concretas, indicadas en el ICD 2018-2027, las cuales se estimaba que permitirían prever una mayor demanda por servicios penitenciarios. De las siete medidas mencionadas, sólo dos han presentados avances, las cuales se presentan a continuación:

- › **Reforma Procesal Civil:** el 29 de abril de 2021, la Comisión de Constitución de la Cámara Alta, aprobó en general el proyecto de Código Procesal Civil; el cual incluye tres iniciativas: Reforma al Código Procesal Civil, Proyecto de Ley de Mediación y un Proyecto de Ley que Reforma al Código Orgánico de Tribunales. El objetivo de la Reforma Procesal Civil es "terminar con la ineficacia de un sistema judicial que no responde a las necesidades del Chile actual, frente a problemas tan comunes como incumplimientos de contratos, negligencias médicas, deudas impagas por arriendo, cobro de gastos comunes, facturas impagas y particiones de herencias o liquidaciones de sociedades conyugales, que derivan en procedimientos engorrosos y de larga duración. Como antecedente, antes de la pandemia, más de la mitad de las causas que ingresaron a tribunales (57%), correspondían a conflictos relacionados a justicia civil. Es decir, este es el sistema de justicia más usado por los chilenos y chilenas, pero el menos moderno, tanto en el país, como en el resto de Latinoamérica", según lo reportado por el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Esta reforma introduciría las siguientes 10 innovaciones:

- Un sistema gratuito de mediación
- Una unidad de atención de público
- Un juez para el ciudadano
- Un procedimiento oral, por audiencias
- Un sistema recursivo más acotado
- Un nuevo modelo de ejecución
- Vías remotas para la realización de determinadas actuaciones y diligencias
- Disminución de costos para usuarios
- Mayor cobertura
- Disminución de tiempos de tramitación
- Aumento de número de Jueces

- › **Nuevo Servicio Nacional de Reinserción Social Juvenil:** El 21 de enero de 2021 la Cámara de Diputados aprobó el proyecto de ley que crea un Nuevo Servicio Nacional de Reinserción Social Juvenil, para poner fin al SENAME y separarlo en dos instituciones. El Nuevo Servicio Nacional de Reinserción So-

⁴ Las siete directrices reflejan los objetivos de: 10. Reducción de Desigualdades y 16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas

cial Juvenil, una vez implementado, entregará una intervención personalizada y especializada para los jóvenes infractores de ley, con el objetivo de poder reinsertarlos en la sociedad. Además, será complementario al Nuevo Servicio de Protección Especializada de la Niñez, que fue recientemente promulgado, y cuya misión será ocuparse de los niños, niñas y adolescentes en situación de vulnerabilidad, según lo informado por el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Las 6 claves del Nuevo Servicio serían las siguientes:

- Se trata de un servicio especializado, con un alto nivel técnico y profesionalizado en su personal.
- Mejorará la calidad de los procesos de intervención de los infractores de ley, por medio de programas que tendrán estándares de calidad fijados por un Consejo de Estándares y Acreditación, conformado por profesionales altamente especializados, nombrados a través del Sistema de Alta Dirección Pública.
- Creará un sistema de justicia especializado, con fiscales, jueces y defensores expertos en responsabilidad penal adolescente, quienes sesionarán en salas especializadas de causas con imputados adolescentes.
- Corregirá varios déficits del diseño de sanciones y medidas penales de la actual Ley de Responsabilidad Penal Adolescentes.
- Entre ellos, se limita la sanción de amonestación y se elimina la multa; se regulan los concursos de delitos para los adolescentes que tienen reincidencias en varios hechos, creando un régimen de unificación de sanciones; se modifican las normas relativas a la determinación de la pena, incorporándose informes técnicos que permitirán establecer de manera fundada la sanción más idónea al caso concreto.
- Se incorpora, asimismo, la mediación penal juvenil, como una forma alternativa de resolución de los conflictos.

Formulación de Proyectos para establecimientos penitenciarios

Tal como se señaló en el ICD 2018-2027, la formulación de proyectos de recintos penitenciarios es realizada en parte por Gendarmería de Chile y la Oficina de Planificación y Presupuesto de la subsecretaría de Justicia y Derechos Humanos. Parte importante de las iniciativas mayores de inversión se originan en la mencionada Subsecretaría, que coordina a las Secretarías Regionales del Ministerio de Justicia. Ésta 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 a través del Departamento de Infraestructura, el cual tiene por objeto "estudiar, desarrollar y ejecutar proyectos de arquitectura, estructuras y especialidades de la infraestructura penitenciaria en la administración directa y concesionada".

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 seguridad 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.

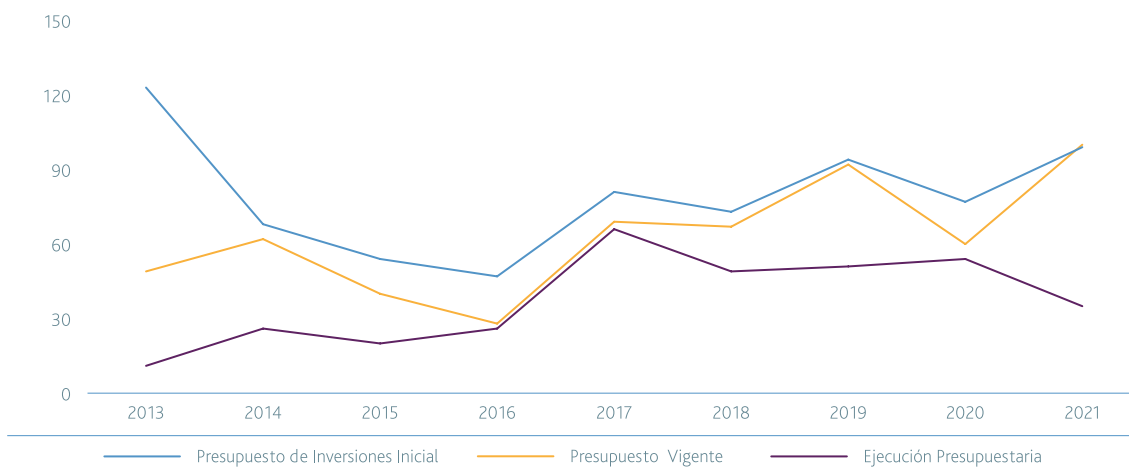
La evaluación de estos proyectos se efectúa de conformidad a los procedimientos del Sistema Nacional de Inversiones gestionado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, siendo responsabilidad sectorial, en este caso del Ministerio de Justicia, priorizar su cartera y presentarla con los requisitos exigidos por aquél 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 se incorpora cada año a la ley de presupuesto, a la asignación sectorial a través de la Subsecretaría de Justicia o directamente a Gendarmería de Chile. Los fondos de asignación regional, a través del Fondo 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

Cuando se realizaron las estimaciones de inversiones el año 2017, para el período 2018-2027 la tarea indicaba una inversión promedio anual de MMUS\$ 98 adicional a los recursos ya comprometidos para las actividades de mejoramiento, ampliación, normalización y equipamiento de las unidades carcelarias existentes del presupuesto ordinario de cada año. Al revisar la asignación de presupuesto de inversiones de la Subsecretaría de Justicia (subtítulo 31) para el periodo 2013-2021 se observa lo siguiente:

Gráfico 11.1: Evolución presupuesto sectorial inicial, vigente y ejecutado al primer trimestre de 2021 (MMUS\$)



Fuente: Elaboración propia en base a información DIPRES

Tabla 11.2: Presupuesto de Inversiones, Subsecretaría de Justicia, Subtítulo 31 (MMUS\$)

Ítem	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Presupuesto de Inversiones Inicial	123	68	54	47	81	73	94	77	99
Presupuesto Vigente	49	62	40	28	69	67	92	60	100
Ejecución Presupuestaria	11	26	20	26	66	49	51	54	35
Ejecución Presupuestaria (%)									
- Presupuesto Inicial	9,2%	37,8%	37,6%	56,0%	82,1%	67,7%	53,8%	70,7%	35,7%
- Presupuesto Vigente	22,9%	41,4%	50,4%	95,8%	95,6%	73,7%	55,1%	91,2%	35,4%

Fuente: Elaboración propia en base a información DIPRES. Cifras en millones de dólares. Datos 2021 al primer semestre.

La tabla muestra que, en promedio para los últimos nueve periodos, el presupuesto inicial de inversiones ha sido MMUS\$ 80, el vigente MMUS\$ 63 y la ejecución de un 66% del presupuesto vigente. Se observa una tendencia creciente, desde el 2016 en adelante, en la magnitud del presupuesto de inversión inicial.

Con estos ratios, es difícil pensar en avanzar significativamente en un proyecto de infraestructura relevante en la modalidad tradicional. Tal vez sea conveniente, explorar nuevamente la modalidad de concesiones para avanzar en el desarrollo de infraestructura pública a través del modelo de asociaciones público-privada. Los 8 recintos carcelarios que trabajan en esta modalidad, concentran un poco más del 40% de las plazas y no hay ninguna restricción técnica que impida aumentar la participación de esta solución de infraestructura para las necesidades vigentes.

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 y Familia, permite conocer el detalle de la ejecución y la etapa de inversión en que se encuentra cada proyecto, complementada con la que entrega de mercado público sobre el resultado de las licitaciones.

Al comparar el estado de avance entre el presente informe y el ICD 2018-2027, se observa que sólo hay 4 proyectos de continuidad a julio 2021, dos en ejecución, uno en licitación y uno en elaboración de diseños. Adicionalmente, dos nuevos proyectos en la Región Metropolitana y Región de Ñuble entran a la cartera de proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

De los otros 8 proyectos analizados en el informe anterior, había 2 proyectos de compra de terrenos; uno para el penal bi-provincial de Chillán-Los Ángeles y otro destinado a la adquisición de terrenos en Valparaíso y Aysén (Coyhaique), en los cuales aún no hay resultados. Había otros 2 proyectos concesionados (Rancagua y Alto Hospicio) que estaban explorando al tiempo del ICD 2018-2027 la posibilidad de ampliación de plazas (800 y 300 plazas, respectivamente). Ambas ampliaciones se realizaron y fueron pagadas en la modalidad de concesiones. Finalmente, había otros 4 proyectos adicionales, de los cuales 3, el CDP Quillota, el CCP Parral y el CPF Arica (inaugurado en 2020), ya están terminados, mientras que el CDP Mulchén no presenta registro de avance de etapas previas a la ejecución.



Tabla 11.3: Cartera de Proyectos de Inversión

N°	Proyecto	Montos en MMUS\$			Situación octubre 2017	Situación octubre 2019	Situación Julio 2021
		Total	Gasto Julio 2021	Saldo p/ pagar			
1	"Construcción Recinto Modelo de Educación y Trabajo La Laguna" Talca, región del Maule , establecimiento para 2.320 nuevas plazas. Código BIP 30112254	152,4	125,3	27,1	En etapa de construcción de obras (resolución de adjudicación totalmente tramitada en agosto del año 2017)	Avance Financiero 24,2%.	Avance Financiero 82,2%
2	"Construcción Recinto Modelo de Educación y Trabajo El Arenal" Copiapó, región de Atacama , establecimiento para 1.636 nuevas plazas. Código BIP 30118818	147	2,5	144,5	Hubo que realizar ajustes presupuestarios para ejecutar los diseños	En ejecución de diseños. Avance 1,3% costo estimado proyecto	En etapa de diseño. Avance Financiero 1,7%
3	"Reposición del CCP de Concepción (instalaciones y estructura)" La capacidad total del CCP es 1.608 plazas. El proyecto intervino 544. Código BIP 30100041	43,2	39,8	3,5	En proceso de ejecución de obras.	Avance Financiero 93,2%.	Avance Financiero 91,9%
4	"Construcción Complejo Penitenciario de Calama" Región de Antofagasta , establecimiento para 980 internos. Código BIP 30421513	110,2	0,1	110,1	En proceso de ejecución de diseños	Obtuvo el RS de MIDESO en agosto de 2017 para el desarrollo de la etapa de diseño.	En licitación. Avance Financiero 6,3%
Total (MMUS\$)		452,9	167,7	285,2			
5	"Habilitación Centros Penitenciarios Femenino de Bulnes" Región de Ñuble, establecimiento para 104 internas Código BIP 40016564	1,9	1,9	0			En perfil. 100%
6	"Ampliación y remodelación centro penitenciario Femenino" Región Metropolitana, establecimiento para 1235 internos Código BIP 30076311	1,5	1,5	0			En Ejecución. 100%
Total (MMUS\$)		456,3	171,1	285,2			

Fuente: Elaboración propia en base a Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, mercado público, Ministerios de Justicia y Obras Públicas, y GENCHI.

En términos de recursos, la cartera tiene un costo de MMUS\$456,3, de los cuales se han ejecutado MMUS\$ 171,1.

En lo que respecta a los plazos de ejecución y entrega de los edificios a explotación, en particular aquellos que contribuyen a cerrar las brechas en algunas regiones, "Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule, se desprenden atrasos de diseños y obras que implicarán una contribución posterior a cerrar parcial o totalmente la brecha regional estimada en el ICD 2018-2027.

Experiencia internacional

La Crisis Penitenciaria a Nivel Global

La revisión de literatura⁵ 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, ya que el encarcelamiento ha pasado a ser un último recurso y se utiliza como castigo para el ofensor, en vez de mantener el ideal por el que se gestó el sistema penitenciario, de reformar y rehabilitar socialmente, fallando en su propósito fundamental de proteger a la sociedad como un todo.

La Oficina de Crimen y Drogas de las Naciones Unidas, UNODC, en su informe 2021, reporta casi 12 millones de persona detenidas a nivel mundial, un tercio sin sentencia y con prisiones hacinadas en la mitad de los países. A finales de 2019, 11,7 millones de personas se encontraban detenidas, lo que representa un aumento de 25% desde el año 2000, tendencia mayor al del crecimiento de la población en el mismo periodo de tiempo (21%). A pesar de que la tasa de encarcelamiento por cada 100.000 habitantes se ha mantenido constante en el tiempo a nivel mundial, 151 o 152, si ha presentado variaciones a niveles regionales, siendo ese el caso de América Latina y el Caribe, donde la tasa total es de 267, siendo la tasa de hombres de 342 y la de mujeres de 31.

Según la información más reciente, la mayoría de los sistemas penitenciarios de América Latina presentan una sobrepoblación promedio del 147%⁶, siendo la situación de Bolivia, Perú, Brasil, Paraguay y Venezuela las más alarmantes.

Esta cruda realidad en muchos países, más allá de no acercarse a los estándares internacionalmente recomendables⁷, afecta el fin último de la pena punitiva 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 sólo 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: procesos 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.

⁵ "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.

⁶ Fuente: basado en <http://www.prisonstudies.org>

⁷ Reglas Mandela y otras.



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 (UNO-DC 2016):

- 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.

Ahora bien, dada la pandemia del COVID-19, los problemas de hacinamiento se agudizaron, ya que la distancia física y los protocolos sanitarios eran fundamentales para evitar el contagio, y difícil de cumplirlos en las cárceles a nivel mundial, especialmente si ya tenían problemas de hacinamiento. Según los datos disponibles y cifras oficiales de las Naciones Unidas a julio de 2021, se estima que cerca de 550.000 prisioneros en 122 países han contraído COVID-19, con casi de 4.000 muertes en 47 países. Dentro de las medidas tomadas, alrededor del mundo se estima que 700.000 personas (6%), de la población penitenciaria se les dio la opción de salir y/o conmutar penas ante la emergencia sanitaria.

Algunas cifras comparativas

A nivel sudamericano, Chile se encuentra ubicado en el quinto lugar en cuanto a número de personas encarceladas según las cifras disponibles del World Prison Brief (WPB) a agosto 2021, mientras que, respecto a la tasa de encarcelamiento por cada 100.000 habitantes, nuestro país ocupa el noveno lugar. En un ámbito global, Chile alcanza el lugar N° 63 en el ranking mundial, según esta misma fuente.

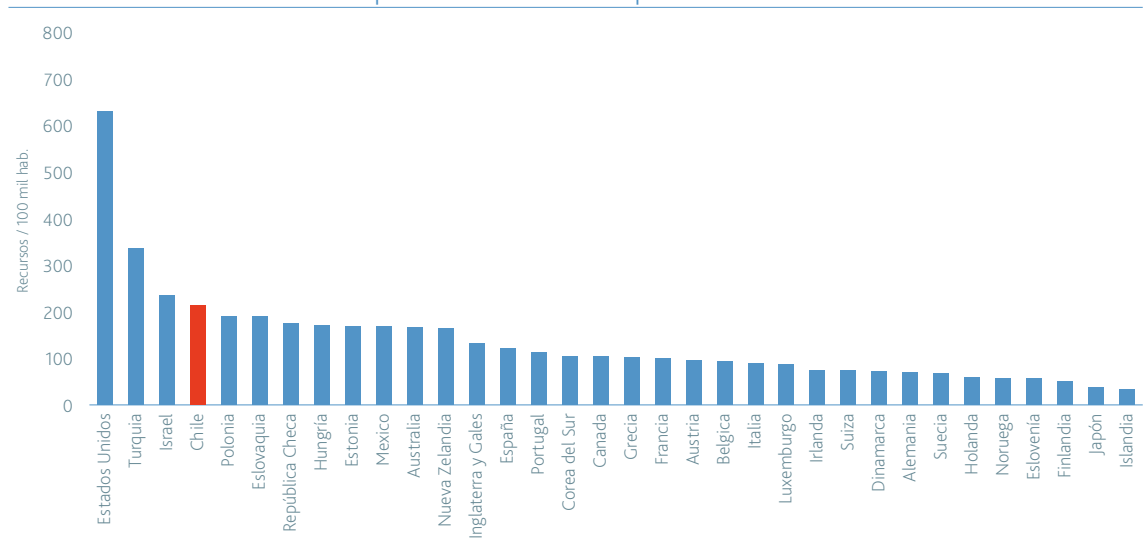
Tabla 11.4: Ranking de Población Carcelaria Cerrada en Sudamérica

Ranking	País	Población	Tasa de Encarcelación	Ranking Tasa de Encarcelación
1	Brasil	811.707	381	1
2	Argentina	109.405	243	4
3	Colombia	97.615	193	10
4	Perú	89.760	269	3
5	Chile	39.737	213	9
6	Ecuador	39.251	224	8
7	Venezuela	37.543	113	13
8	Bolivia	18.260	154	12
9	Paraguay	16.804	241	5
10	Uruguay	13.021	372	2
11	Guyana	1.884	239	6
12	Surinam	1.000	183	11
13	Guayana Francesa	712	229	7

Fuente: Elaboración propia en base a 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, sólo detrás de Estados Unidos, Turquía e Israel, según cifras del 2020 del WPB. La tasa promedio de encarcelamiento por 100.000 habitantes para los países de OCDE era de 144 en 2017 y a la fecha se observa una disminución, llegando a 135.

Gráfico 11.2: Tasa de Encarcelamiento por 100.000 habitantes en países OCDE



Fuente: Elaboración propia en base a <http://www.prisonstudies.org>



Desde el punto de vista del índice de ocupación de los establecimientos carcelarios, Chile ocupa el lugar N° 12 de Sudamérica (en el informe anterior estaba en el N° 11, y N° 10 en el anterior a éste)⁸, con un porcentaje de ocupación de 100,4% según World Prison Brief. La tabla siguiente muestra la tasa de sobreuso de los países de Sudamérica. Con relación al ICD 2018-2027, los primeros 5 países se han mantenido el mismo orden.

Tabla 11.5: Proporción de Sobreuso, Establecimientos Penitenciarios de Sudamérica

Ranking	País	% de Sobreuso
1	Bolivia	269,9
2	Perú	223,6
3	Paraguay	154
4	Brasil	146,8
5	Venezuela	143
6	Guyana	142,4
7	Ecuador	133,2
8	Uruguay	130,9
9	Argentina	122,9
10	Colombia	118,6
11	Guayana Francesa	115,6
12	Chile	100,4
13	Surinam	75,2

Fuente: Elaboración propia en base a información de World Prison Brief.



⁸ Fuente: ICD 2016-2025 y ICD 2018-2027

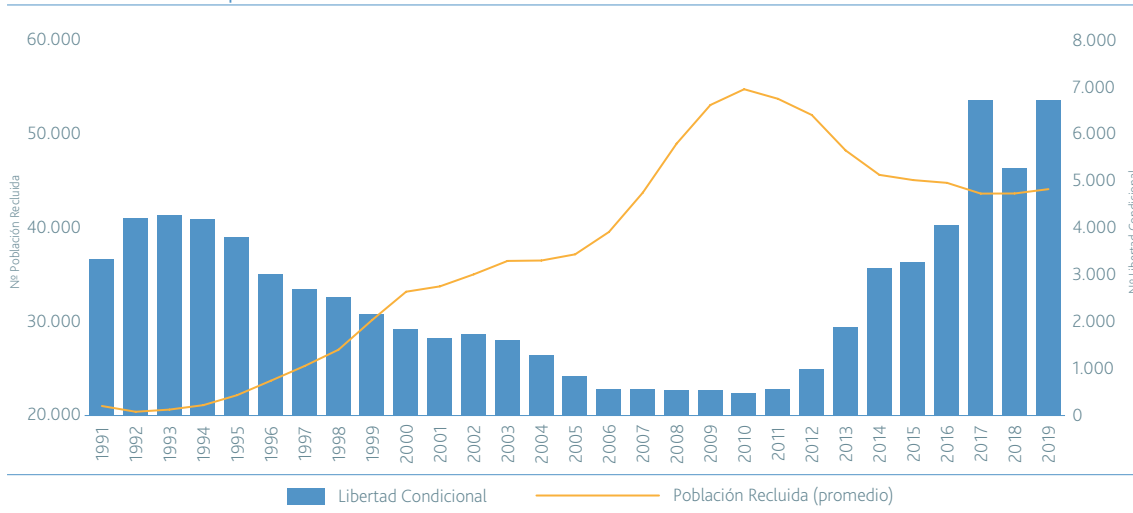
3

Situación actual y diagnóstico

Demanda de Servicios Penitenciarios en establecimientos de régimen cerrado

Según cifras de agosto de 2021, Gendarmería de Chile atiende a una población penal de unas 94.896 personas en todo el territorio nacional, de las cuales un 48,3% pertenecen al Subsistema Cerrado (39.032 internos en régimen de control cerrado, 6.144 régimen de control abierto y 638 semi-abierto), y 51,7% al Subsistema Abierto (49.082 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. El gráfico 11.3 ilustra la evolución de la población reclusa, así como el impacto de las medidas en relación a la libertad condicional que se han implementado.

Gráfico 11.3: Evolución población reclusa vs Libertad Condicional



Fuente: Elaboración propia en base a información GENCHI

Por su parte, la siguiente figura muestra el efecto de este comportamiento sobre la tasa de encarcelamiento, alcanzando niveles equivalentes a los de más de una década. La tasa de encarcelamiento, se calcula en base a la población en Régimen de control cerrado por cada 100.000 de habitantes. El gráfico 11.4 muestra la tasa para hombres, mujeres y la total. Se observa que la tasa de encarcelamiento de hombres, es entre 10 a 15 veces mayor que la tasa para mujeres. En relación a la tasa total, se observa una baja en la demanda de plazas a nivel nacional desde el año 2010 en adelante.

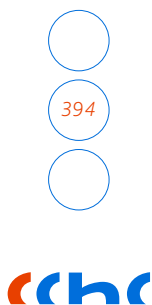
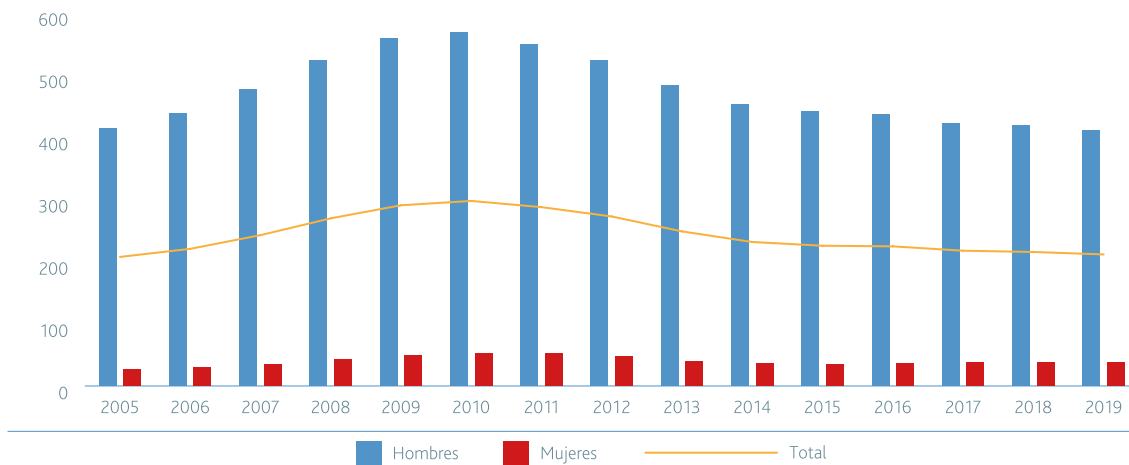


Gráfico 11.4: Evolución tasa de Encarcelamiento (internos/100.000 habitantes)



Fuente: Elaboración propia en base a información GENCHI, INE.

Pandemia COVID-19

En el mes de marzo 2020, una vez declarada la pandemia del COVID-19 por la Organización Mundial de la Salud, las autoridades ministeriales en coordinación con Gendarmería de Chile, prepararon distintas medidas preventivas para hacer frente a la enfermedad, identificando al sistema penitenciario de régimen cerrado, como uno de los puntos más sensibles y vulnerables, especialmente por las características de reclusión en condiciones de hacinamiento del sistema, lo que dificultaría el control de contagios, impactando así la demanda de servicios penitenciarios.

Para enfrentar este nuevo escenario sanitario, era fundamental contar con la suficiente superficie unitaria por persona privada de libertad en los recintos penitenciarios, con el fin de reducir los riesgos de contagios y acceder a condiciones de aislamiento preventivo y atención oportuna de contagiados. Dada la imposibilidad del sistema penitenciario de generar infraestructura adicional instantánea en el corto plazo, que permitiera hacer frente a mayores necesidades de espacios unitarios para las personas privadas de libertad en condiciones de hacinamiento, surgieron medidas alternativas tales como reducir las capacidades de los recintos penitenciarios, a través de la disminución de la población de personas privadas de libertad.

Para lo anterior, se propuso un proyecto de Ley para conceder indulto general conmutativo a causa de la enfermedad COVID-19 en Chile⁹, ingresado el 25 de marzo de 2020, promulgado el 16 de abril 2020, y publicado el 17 de abril de 2020. La Ley N° 21.228 comprende indultos generales conmutativos de penas privativas de libertad:

- A las personas que tengan setenta y cinco años o más, consistente en la conmutación del saldo de las penas privativas de libertad que les resta por cumplir y, en su caso, de la multa, por reclusión domiciliaria total, por el tiempo equivalente al respectivo saldo de condena que les reste por cumplir.
- A las personas que, habiendo cumplido la mitad de la condena y restándoles por cumplir un saldo igual o inferior a los treinta y seis meses, que sean mujeres que tengan cincuenta y cinco años o más y menos de setenta y cinco años de edad, y hombres que tengan sesenta años o más y menos de setenta y cinco años de edad, consistente en la conmutación del saldo de las penas privativas de libertad que les resta por cumplir y, en su caso, de la multa, por reclusión

⁹ Ley 21.228 en Anexo 1



domiciliaria total, por el tiempo equivalente al respectivo saldo de condena que les reste por cumplir.

- A quienes habiendo cumplido un tercio de la condena y restándoles por cumplir un saldo igual o inferior a los treinta y seis meses, y estuvieren embarazadas o tuvieran un hijo o hija menor de dos años, que resida en la unidad penal, consistente en la conmutación del saldo de las penas privativas de libertad que les resta por cumplir y, en su caso, de la multa, por reclusión domiciliaria total, por el tiempo equivalente al respectivo saldo de condena que les reste por cumplir.
- A quienes se encuentren cumpliendo pena de reclusión nocturna, o pena de reclusión parcial nocturna en establecimientos especiales, habiendo cumplido un tercio de la condena y restándoles por cumplir un saldo igual o inferior a los treinta y seis meses, consistente en la conmutación del saldo de pena que les resta por cumplir, por reclusión domiciliaria nocturna, por el tiempo equivalente al respectivo saldo de condena que les reste por cumplir.
- A quienes habiendo cumplido la mitad de la condena y restándoles por cumplir un saldo igual o inferior a los treinta y seis meses, y estuvieren beneficiados con el permiso de salida controlada al medio libre, consistente en la conmutación del saldo de las penas privativas de libertad que les resta por cumplir y, en su caso, de la multa, por reclusión domiciliaria nocturna, por el tiempo equivalente al respectivo saldo de condena que les reste por cumplir.

A la fecha del comunicado de prensa del viernes 17 de abril de 2020, se permitió que 1.860 internos, que habían cometido delitos menores¹⁰ y son población de riesgo, o tienen permisos de salud, puedan conmutar su pena, y pudiesen cumplir el resto bajo arresto domiciliario, descongestionando las cárceles por razones sanitarias.

¹⁰ Quedan excluidos de este beneficio quienes han sido condenados por delitos de gran gravedad, tales como tortura, violación, cualquier delito sexual contra menor de edad, femicidio, homicidio, trata de personas, delitos terroristas y delitos de lesa humanidad, entre otros.

Tabla 11.6: Primera Etapa Ley 21.228, según región.

Región	Nº
Arica y Parinacota	120
Tarapacá	75
Antofagasta	100
Atacama	37
Coquimbo	58
Valparaíso	215
Libertador Bernardo O'Higgins	39
Maule	77
Ñuble	43
Bio-Bío	104
La Araucanía	57
Los Ríos	24
Los Lagos	49
General Carlos Ibáñez Del Campo	5
Magallanes y Antártica Chilena	20
Metropolitana	557
Población penal en sistema abierto	280
Totales	1.860

Fuente: Elaboración propia en base a información GENCHI

De estas 1.860 personas, un 84,9% se encontraban en el sistema cerrado, y un 12,2% correspondía a mujeres y un 87,8% a hombres.

Adicionalmente, se tomaron 2 medidas, la primera en relación con la libertad condicional (la cual aplica solamente a condenados) y cambios a medidas cautelares (aplica solamente a imputados). Con estas 3 estrategias, se liberaría alrededor de 3.701 plazas del sistema penitenciario.

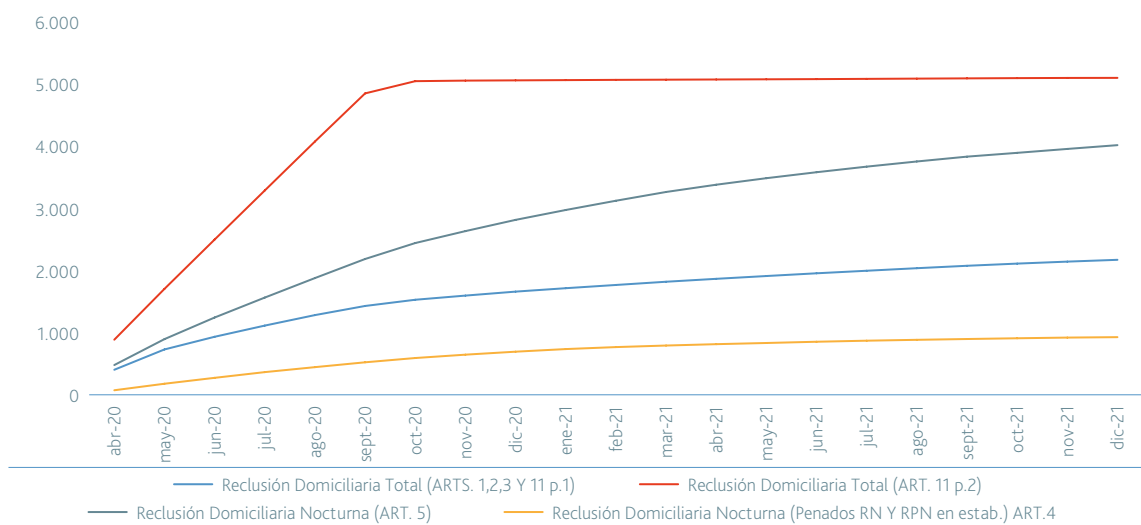
Tabla 11.7: Descongestión Total de Sistema Penitenciario, abril 2020

INDULTO CONMUTATIVO COVID-19 aplica solamente a condenados	Concedidas	% Condenados	% Total privados de libertad
SISTEMA CERRADO	1.580	6,1%	3,9%
SISTEMA ABIERTO	280	1,1%	0,7%
TOTAL INDULTO	1.860	7,2%	4,5%
LIBERTAD CONDICIONAL (LICO) aplica solamente a condenados	Concedidas	% Condenados	% Total privados de libertad
	1.591	6,1%	3,9%
CAMBIO MEDIDA CAUTELAR (CMC) aplica solamente a imputados	Concedidas	% Imputados	% Total privados de libertad
	250	1,7%	0,6%
Descongestión Total Sistema Penitenciario	3.701		9,0%

Fuente: Elaboración propia en base a información GENCHI

A finales del año 2021, un total de 12.222 personas han accedido al indulto por la Ley Nº 21.228. Un 83,7% accedieron entre los meses de abril y diciembre de 2020, descongestionando así el sistema penitenciario, durante los momentos más críticos de la pandemia por COVID-19, lo que se ve reflejado en el gráfico 5. En términos de superficie, los requerimientos para 12.222 plazas serían de 259.106 m² bajo los estándares actuales de 21,2 m² por recluso, y se traduciría en una inversión de MMUS\$ 655 (con nuevos estándares, las 12.222 plazas se traducirían en 505.432 m² y una inversión de MMUS\$ 1.278).

Gráfico 11.5: Nº beneficiarios de Ley Nº 21.228 a diciembre 2021



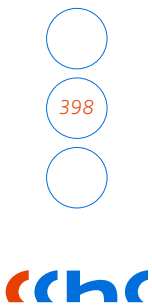
Fuente: Elaboración Propia, Datos GENCHI 2021

El detalle a diciembre de 2021 de la situación en el sistema penitenciario y las medidas implementadas a la fecha se observan en la Tabla 11.8. La tasa de mortalidad para la población privada de libertad es de 0,45% (menor a la cifra que se maneja a nivel mundial, de 0,72%) y para funcionarios 0,15%. Del total de internos, 100% posee primera dosis, 83,5% segunda dosis y 46,2% tercera dosis de vacunación.

Tabla 11.8: Reporte de contagio, diciembre 2021

	Personas privadas de libertad	Funcionarios/as	Total
Contagios	8.042	3.345	11.387
Recuperados (as)	7.765	3.324	11.089
Fallecidos (as)	36	5	41
Vacunados 1° Dosis	39.263	16.857	56.120
Vacunados 2° Dosis	32.370	15.511	47.881
Vacunados 3° Dosis	17.913	7.775	25.688

Fuente: Elaboración Propia, Datos GENCHI 2021



Uso de la Capacidad 2021

Al estudiar los índices ocupacionales para el segundo semestre de 2021, se observa que, a nivel global, el índice ocupacional es de 93,85%, siendo de 98,03% para hombres y 60,41% para mujeres. A nivel regional, Antofagasta, Atacama, Valparaíso, Maule, Ñuble y Metropolitana poseen índices ocupacionales superiores al 100%, reflejando que, a pesar de la disminución en la demanda penitenciaria del sistema como un todo, a nivel carcelario aún perseveran importantes brechas.

Tabla 11.9: Índices de Uso de la capacidad por Región y Género a 2021

Región	Índice de Ocupación (1)			Género	
	Concesionado	Tradicional	Total	Masculino	Femenino
Arica		63,78%	63,78%	69,72%	33,59%
Tarapacá	95,66%	29,14%	82,94%	82,85%	83,41%
Antofagasta	96,2%	146,57%	112,29%	109,54%	141,38%
Atacama		133,46%	133,46%	134,98%	123,53%
Coquimbo	83,59%	76,47%	82,76%	83,34%	74,57%
Valparaíso		121,74%	121,74%	125,47%	84,72%
O'Higgins	87,61%	88,12%	87,68%	106,97%	21,72%
Maule		128,97%	128,97%	133,94%	81,33%
Ñuble		115,22%	115,22%	116,04%	102,63%
Bío – Bío	29,07%	77,5%	54,33%	53,54%	77,78%
Araucanía		90,47%	90,47%	91,58%	72,45%
De los Ríos	62,05%		62,05%	63,36%	36,47%
De los Lagos	74,46%	85,21%	77,02%	76,26%	97,5%
Aysén		87,89%	87,89%	88,02%	85,71%
Magallanes y Antártica		89,28%	89,28%	91,2%	69,05%
Metropolitana	118,2%	102,47%	107,2%	115,96%	52,87%
Nivel Nacional			93,85%	98,03%	60,41%

(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, en base a información GENCHI.

Oferta de Servicios Penitenciarios en establecimientos de régimen cerrado

En la actualidad existen 80 establecimientos de régimen cerrado con una oferta total a julio de 2021 de 41.762 plazas, evidenciándose una alta concentración de la oferta. En efecto, sólo 16 establecimientos (20%) permiten generar el 74,1% de la oferta nacional, mientras que el 68,8% de ellos tiene capacidades inferiores a 300 plazas, aportando solamente el 15,9% de la oferta nacional. Esta distribución resulta compleja para la administración eficiente de los recursos, puesto que existe literatura que sugiere criterios de tamaños óptimos para prisiones¹¹; los expertos sugieren entre 100 y 600 reclusos; criterio que sólo 38 del total de 80 centros cumple. Dada la complejidad de la infraestructura penitenciaria, se requiere optimizar las economías de escala, no solo para disminuir los costos de construcción y de operación, sino por los altos costos asociados a personal de gendarmería (del total de Gastos de Gendarmería en el presupuesto 2020, el 77,5% corresponde al gasto en personal), alimentación de personal e internos, mantenimiento de infraestructura, etc.

Tabla 11.10: Distribución de Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por rango de capacidad de plazas en julio 2021

Tipo	Rango Capacidad	N° Establecimientos		Capacidad Total Diseño	
		Número	Distribución (%)	Plazas	Distribución (%)
1	< 100	26	32,5%	1.650	4%
2	101-300	29	36,3%	4.992	12%
3	301-500	7	8,8%	2.855	6,8%
4	501-1.000	2	2,5%	1.324	3,2%
5	> 1.001	16	20%	30.941	74,1%
Totales nacionales		80	100%	41.762	100%

NOTA: Sólo considera los que tienen población reclusa y capacidad de diseño declarada por Genchi no nula.
Fuente: Elaboración propia en base a información Genchi.

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 42% de ellas, mientras que el 90% de los recintos corresponden a aquéllos denominados "tradicionales", que contienen el 58% restante, aportando evidencia a los problemas de economías de escala. Esto refleja el proceso de densificación de cárceles concesionadas que se ha llevado a cabo, es decir, el aumentar la capacidad del recinto bajo la misma estructura.

¹¹ Manual sobre estrategias para reducir el hacinamiento en las prisiones, 2014

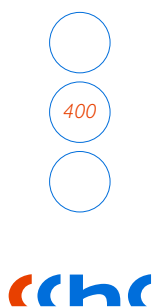


Tabla 11.11: Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por Región y plazas en julio 2021

Región	Número de Establecimientos			Número de Plazas según diseño modificado en año 2013 (1)			Distribución de Plazas Concesionado / Tradicional	
	Concesionado	Tradicional	Total	Concesionado	Tradicional	Total	Concesionado	Tradicional
Arica		2	2		2.336	2.336	0%	100%
Tarapacá	1	1	2	2.351	556	2.907	81%	19%
Antofagasta	1	4	5	1.367	642	2.009	68%	32%
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		1.588	1.588	0%	100%
Ñuble		4	4		624	624	0%	100%
Bío – Bío	1	5	6	1.713	1.867	3.580	48%	52%
Araucanía		11	11		1.690	1.690	0%	100%
De los Ríos	1		1	1.747	-	1.747	100%	0%
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	9.308	13.308	30%	70%
Nivel Nacional	8	72	80	17.548	24.214	41.762	42%	58%

(1) Según diseño modificado en año 2013.
Fuente: Elaboración propia en base a información Genchi.

4

Progreso brecha 2018-2027

Al año 2017 el país contaba con 84 establecimientos penitenciarios cerrados, de los cuales 8 eran establecimientos concesionados y 76 institucionales. En término de plazas, el subsector concesionado contaba con 17.209 plazas y el subsector institucional disponía de 23.159 plazas, 40.368 plazas en el agregado para el mismo año.

El diagnóstico realizado en el ICD 2018-2027, estimó necesidades de inversión para cubrir la sobredemanda de los establecimientos carcelarios con déficits de plazas (la tasa de ocupación promedio era 106.6% para el año 2017), la brecha por incremento de población penal y la brecha de reposición de infraestructura obsoleta.

En lo que respecta a las regiones con déficit de cobertura, los proyectos "Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule, aportarían a la solución parcial y total de las brechas regionales para el horizonte 2027.

Al revisar la cartera de proyectos del sector para los años 2016-2017, había 12 proyectos de infraestructura en diversos estados de maduración (Ejecución, Elaboración de Diseños, Habilitación y Compra de terrenos). A la fecha, el ritmo de avance de los proyectos no muestra una aceleración sustantiva en relación al año 2017.

Tampoco ha habido avances en la elaboración de un plan de inversiones que se haga cargo de la reposición de los edificios penitenciarios de larga data (> 50 años de antigüedad) de tal forma de asegurar mejores estándares de habitabilidad y seguridad que fomenten la reinserción social y laboral de los internos.

En lo que respecta a la búsqueda de terrenos para la construcción de nuevos centros carcelarios, se mantiene la dificultad para encontrar terrenos adecuados para iniciar los procesos de inversión de nuevos centros penitenciarios. Esta dificultad es consistente con la denominación que, la ciudadanía a nivel internacional, ha dado a estas infraestructuras bajo el término anglosajón de "NIMBY"¹², es decir, que aunque son necesarias para el desarrollo de la sociedad, enfrentan un importante problema de oposición local ya que se presenta como argumento que la instalación de un cárcel genera externalidades negativas, tales como mayores niveles de delincuencia en la zona, pero a la fecha no hay estudios que sostengan esta teoría.¹³ 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, por ejemplo, asociar la construcción de una cárcel con la de un hospital, generando incentivo tanto a la comunidad como las autoridades a aceptar el proyecto conjunto. Es de vital importancia seguir buscando estrategias para llevar a cabo los proyectos penitenciarios de manera óptima, ya que soluciones tales como construirlos en terrenos aislados, implica mayores costos de construcción, de operación por toda la vida útil del proyecto y puede comprometer la salud y rehabilitación del recluso, al estar lejos de su familia y de recursos comunitarios.



402



¹² NIMBY: "Not in my back yard", que en español equivale a "No en mi patio trasero".

¹³ ¿Qué hacer con los NIMBY? Una propuesta de política y los desafíos pendientes* CEP, 2015.

El ICD 2018-2027 identificó una cartera de proyectos de MMUS\$ 975 a ejecutar durante los años 2018-2027. Esta inversión fue calendarizada en MMUS\$ 877 para el período 2018-2022 y MMUS\$ 98 para el período 2023-2027.

A continuación, se analizará lo proyectado en dicho informe, el avance efectivo y la actualización de los coeficientes de demanda en función de los datos y proyecciones censales de 2017. Para partir el análisis, se presentan los requerimientos de inversión determinados en el informe anterior, y el avance a la fecha:

Tabla 11.12: Requerimientos de inversión ICD 2018-2027 y Avance 2018-2021

Ítem Brecha	Inversión (MMUS\$)		
	2018-2022	2018-2027	Avance 2018-2021
Brecha de plazas por sobreuso	307	307	128
Brecha de plazas por incremento de población	81	160	131
Brecha de plazas por obsolescencia	489	508	
Totales	877	975	259

Fuente: Elaboración Propia en base a ICD 2018-2027

Avance 2018-2021

De los 84 establecimientos penitenciarios cerrados con los que se contaba en 2017, a la fecha hay sólo 80, de los cuales 8 son establecimientos concesionados y 72 institucionales. En término de plazas, el subsector concesionado cuenta con 17.548, presentando un aumento de 2% en relación al 2017 y el subsector institucional dispone de 24.214, presentando un aumento de 4,6% en relación al 2017. En total, el sistema penitenciario presenta un aumento de 3,5%, con un total de 41.762 plazas.

La demanda de inversión tenía por objeto dar solución a:

- **Brechas de plazas por sobre uso:** En base a los índices ocupacionales de los recintos carcelarios, se estimaron las necesidades de infraestructura para dar solución a la demanda de plazas que excedían la capacidad del establecimiento.

En el ICD 2018-2027, el dimensionamiento realizado el 2017 estimó que había un déficit de 6.052 plazas lo que implicaba una superficie a construir de 178.534 m². Actualmente, el déficit de plazas estimado es de 2.616, que corresponde a una disminución de la brecha en un 56,7%. Esta disminución de la brecha se debe a: (1) el número de internos en el sistema cerrado es de 39.194 (julio 2021), lo que representa una baja de casi un 10%, en relación al número de internos en 2017; (2) la tasa de encarcelamiento ha disminuido en 11 de las 16 regiones del país entre 2017 y 2021; (3) la capacidad de los recintos carcelarios ha aumentado en un 3,45%, reportando por diseño un total de 41.762 plazas; (4) Ley N°21.228 que concede indulto general conmutativo a causa de la enfermedad COVID-19 en Chile

Manteniendo el índice de habitabilidad de 29,5 m²/interno, llegamos a una superficie a construir de 77.042 m². Al valorizar la superficie, utilizando la metodología del ICD 2018-2027, se llega a una brecha MMUS\$ 179, por lo que el avance en la brecha a la fecha es de MMUS\$ 128. Ahora bien, si se diferencia la necesidad de plazas según hombre/mujer, la brecha aumenta de 2.616 a 3.706, lo que utilizando el índice de habitabilidad de 29,5 m²/interno, llegamos a una superficie a construir de 109.143 m². Al valorizar la superficie, se llega a una brecha MMUS\$ 181, por lo que el avance sería de MMUS\$ 126.

- **Brecha de plazas por incremento de población:** Los resultados del ICD 2018-2027, para el modelo de tasa de encarcelamiento variable indicó la necesidad de construir 5.065 nuevas plazas, con una dimensión de superficie de 149.418 m² a construir.

Al comparar el estado de avance entre el presente informe y el ICD 2018-2027, se observa que sólo hay 4 proyectos de continuidad a julio 2021, dos en ejecución, uno en licitación y uno en elaboración de diseños. Adicionalmente, dos nuevos proyectos en la Región Metropolitana y Región de Ñuble entran a la cartera de proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

En términos de recursos, la cartera tiene un costo de MMUS\$ 456,3, a diferencia de los MMUS\$ 558 que registraba el ICD 2018-2027. De los MMUS\$ 456,3 se han ejecutado MMUS\$ 131 que aportaran nuevas plazas al sistema penitenciario.

- **Brecha de reposición por obsolescencia:** A agosto de 2017, había 39 recintos penitenciarios con una data de construcción mayor o igual a 50 años sobre el universo de 84 establecimientos. Estos establecimientos tenían una capacidad de 9.397 plazas. Al estimar las necesidades de reposición acumulada de plazas por agotamiento u obsolescencia, se llegó a un total de 10.027 plazas para el año 2027. En términos de superficie a reponer, eran 295.300 m².

Acorde a los datos disponibles a julio 2021, el total de establecimientos penitenciarios es de 80, de estos, 36 tienen más de 50 años de antigüedad, representando un total de 9.058 plazas, de las cuales el 40,4% se encuentran en la Región Metropolitana.

Tabla 11.13: Distribución de Establecimientos Penitenciarios Régimen Cerrado por rango de antigüedad de su construcción a 2021

Tipo	Rango Antigüedad (años)	N° Establecimientos		Capacidad Total Diseño	
		Número	Distribución (%)	Plazas	Distribución (%)
1	≤10	1	1,3%	1.367	3,3%
2	11-20	10	12,5%	16.666	39,9%
3	21-30	12	15%	6.596	15,8%
4	31-50	21	26,3%	8.075	19,3%
5	≥51	36	45%	9.058	21,7%
Totales nacionales		80	100%	41.762	100%

Fuente: Elaboración Propia



5 Requerimientos y cuantificación del déficit 2022-2031

Para determinar los requerimientos de inversión en infraestructura penitenciaria para régimen cerrado, se utiliza el modelo del ICD 2018-2027¹⁴, ajustado a las circunstancias actuales. El modelo original, incluyó variables de corto, medio y largo plazo, como la tasa de denuncia de delitos, los tiempos de gestión de la fiscalía, y los objetivos de la administración para el período 2018-2022. Tomando en cuenta estas variables, se construyó una tasa de encarcelamiento variable y una fija, para poder analizar distintos escenarios. Dado el escenario de alta incertidumbre que se vive en el país a raíz del estallido social de octubre 2019 y la pandemia del covid-19 desde marzo de 2020 a la fecha, solo se estimará la demanda en función de las tasas de encarcelación históricas.

Determinación de la brecha 2022-2031

Ajustando la metodología utilizada en el ICD 2018-2027, se realiza la determinación de brechas para los años 2022-2031, tomando en cuenta únicamente la tasa de encarcelación fija, actualizando los valores de m² por persona privada de libertad por recinto y el valor de UF/m², basados en los valores actuales de 3 proyectos en proceso, "Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule.

Brechas de plazas por sobre uso

Para calcular la brecha de plazas por sobre uso, se utiliza la información reportada en el documento "Índice de uso y capacidad por plaza" por Gendarmería para julio 2021, el cual permite calcular los índices de habitabilidad del sistema cerrado. A continuación, se presentan los estándares de habitabilidad de las cárceles concesionadas en Chile. Inicialmente, estos recintos tenían una capacidad total de 12.343 plazas en una superficie construida de 366.187 m², con un estándar de 29,5 m² por persona privada de libertad. Posteriormente, la Resolución Exenta 2430 de 2013, modifica aumentando la capacidad de los recintos bajo la misma estructura, con un nuevo estándar de 21,1 m² por persona privada de libertad, con un total de 4.909 nuevas plazas.

Tabla 11.14: Estándar de Habitabilidad Cárceles Diseño y modificaciones de 2013

Proyectos Concesionados	Superficie Construida (m ²)	Diseño Original		Diseño modificado 2013	
		Plazas	m ² /plaza	Plazas	m ² /plaza
Alto Hospicio	46.645	1.679	27,8	2.351	19,8
La Serena	48.719	1.656	29,4	2.318	21
Rancagua	48.937	1.689	29	2.365	20,7
Antofagasta	35.518	1.160	30,6	1.392	25,5
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	1.743	27,2
Total	366.187	12.434	29,5	17.343	21,1

Fuente: Elaboración Propia en base a información Genchi.

¹⁴ Ver Anexo 2.



En la tabla 11.15 se observan las superficies y plazas de los 3 recintos penitenciarios nuevos, según su diseño original y según el diseño modificado a la fecha. Se observa cómo, en el caso del proyecto de Calama, se ha aumentado el metraje por plaza de 37,8 m² a 41,6 m², acercándose a los estándares internacionales de espacios deseables para una situación digna para personas privadas de libertad.

Tabla 11.15: Estándar de Habitabilidad Cárceles Nuevas

Proyectos Nuevos	Superficie (m ²)	Diseño Original		Diseño modificado 2021		
		Plazas	m ² /plaza	Superficie	Plazas	m ² /plaza
La Laguna (Talca)	58.738	2.320	25,3	62.129	1.844	33,7
El Arenal (Copiapó)	60.064	1.636	36,7	76.575	1.517	50,5
Calama	37.081	980	37,8	40.815	980	41,6
Total				179.519	4.341	41,4

Fuente: Elaboración Propia en base a información Genchi.

En relación con la tasa de encarcelamiento, a nivel nacional a julio de 2021, es en promedio de 199,2, tasa menor a la del ICD 2018-2027 de 247,6 internos por cada 100.000 habitantes. A continuación, se presentan los datos a nivel regional, separado por instituciones concesionadas y tradicionales y por género.

Tabla 11.16: Tasa de encarcelamiento por regiones a julio de 2021

N°	Región	Población	N° Recluidos	Concesionado	Tradicional	Hombres	Mujeres	Tasa julio 2021
XV	De Arica y Parinacota	255.380	1.490		1490	1.361	129	583,4
I	De Tarapacá	391.165	2.411	2249	162	2.024	387	616,4
II	De Antofagasta	703.746	2.256	1315	941	2.010	246	320,6
III	De Atacama	316.737	686		686	602	84	216,6
IV	De Coquimbo	848.079	2.155	1921	234	2.026	129	254,1
V	De Valparaíso	1.979.373	3.830		3830	3.586	244	193,5
VI	Del Libertador Bernardo O'Higgins	1.000.959	2.391	2072	319	2.257	134	238,9
VII	Del Maule	1.143.012	2.048		2048	1.926	122	179,2
XVI	De Ñuble	514.508	719		719	680	39	139,7
VIII	Del Bio-Bío	1.670.590	1.945	498	1447	1.854	91	116,4
IX	De La Araucanía	1.019.548	1.529		1529	1.458	71	150,0
XIV	De Los Ríos	407.818	1.084	1084		1.053	31	265,8
X	De Los Lagos	897.303	1.726	1271	455	1.648	78	192,4
XI	Del General Carlos Ibáñez del Campo	107.737	225		225	213	12	208,8
XII	De Magallanes y Antártica Chilena	179.949	433		433	404	29	240,6
XIII	Metropolitana	8.242.459	14.266	4728	9538	13.289	977	173,1
Total Nacional		19.678.363	39.194	15.138	24.056	36.391	2.803	199,2

Fuente: Gendarmería de Chile

Para llevar a cabo la estimación de la brecha actual, se consideran los siguientes supuestos:

- Se utiliza el número de internos a nivel regional en establecimientos penitenciarios cerrados, a julio 2021
- Población regional según resultados preliminares de agosto del Censo 2017 (INE).
- Sólo es posible una redistribución intrarregional. Este último supuesto hace que se considere un análisis a nivel regional, no por establecimiento, porque con ello se estaría sobredimensionando los cálculos y promoviendo seguir potenciando esquemas de pequeños establecimientos como lo indica la realidad actual.
- Se utiliza un índice de habitabilidad de 41,4 m²/interno, según el estándar actual de los proyectos nuevos.

Tabla 11.17: Estimación de brechas de plazas de infraestructura por región, para 2021

Región	Número de Reclusos	Tasa de Encarcelamiento 2021	Poblacion 2021	Capacidad (Plazas)	Brecha 2021
Arica	1.490	583,4	255.380	2.336	-
Tarapacá	2.411	616,4	391.165	2.907	-
Antofagasta	2.256	320,6	703.746	2.009	247
Atacama	686	216,6	316.737	514	172
Coquimbo	2.155	254,1	848.079	2.604	-
Valparaíso	3.830	193,5	1.979.373	3.146	684
O'Higgins	2.391	238,9	1.000.959	2.727	-
Maule	2.048	179,2	1.143.012	1.588	460
Ñuble	719	139,7	514.508	624	95
Bío – Bío	1.945	116,4	1.670.590	3.580	-
Araucanía	1.529	150	1.019.548	1.690	-
De los Ríos	1.084	265,8	407.818	1.747	-
De los Lagos	1.726	192,4	897.303	2.241	-
Aysén	225	208,8	107.737	256	-
Magallanes y Antártica	433	240,6	179.949	485	-
Metropolitana	14.266	173,1	8.242.459	13.308	958
Nivel Nacional	39.194	199,2	19.678.363	41.762	2.616

Fuente: Elaboración propia en base a información Genchi, Censo 2017 e INE

Al observar las brechas de la tabla anterior, se concluye que existe un déficit de 2.616 plazas en el país, las cuales en un 36,3% se concentran en la Región Metropolitana, en un 26,1% en Valparaíso, y 17,6% en Maule, tendencia que se ha mantenido constante en el tiempo. Ahora bien, si es que se pudiese redistribuir la población penal entre regiones, el sistema presenta una holgura de 2.689 plazas. Ahora bien, ese escenario no es realista, ya que GENCHI busca ubicar al interno penitenciario lo más cercano a su domicilio, de modo de facilitar las visitas familiares. Por lo tanto, la estimación anterior no toma en cuenta si la persona privada de libertad es hombre o mujer, ni la calidad procesal de la persona y como esta se distribuye dentro de los recintos (por ejemplo, secciones hacinadas con índices de ocupación menores a 100%). Si incluimos el criterio hombre/mujer en el análisis, se obtiene la siguiente brecha:

Tabla 11.18: Estimación de brechas de plazas de infraestructura, por región y sexo para 2021

Región	Número de Reclusos		Tasa de Encarcelamiento 2021		Población 2021		Capacidad (Plazas)		Brecha 2021	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Arica	1.361	129	1.059,1	101,7	128.511	126.869	1.952	384	-	-
Tarapacá	2.024	387	1.026	199,6	197.277	193.888	2.443	464	-	-
Antofagasta	2.010	246	567,7	70,3	354.057	349.689	1.835	174	175	72
Atacama	602	84	376,5	53,6	159.897	156.840	446	68	156	16
Coquimbo	2.026	129	487,8	29,8	415.361	432.718	2.431	173	-	-
Valparaíso	3.586	244	370,5	24,1	968.008	1.011.365	2.858	288	728	-
O'Higgins	2.257	134	450,9	26,8	500.528	500.431	2.110	617	147	-
Maule	1.926	122	343,2	21	561.122	581.890	1.438	150	488	-
Ñuble	680	39	273,2	14,7	248.859	265.649	586	38	94	1
Bío – Bío	1.854	91	227,9	10,6	813.546	857.044	3.463	117	-	-
Araucanía	1.458	71	292,7	13,6	498.048	521.500	1.592	98	-	-
De los Ríos	1.053	31	527,3	14,9	199.687	208.131	1.662	85	-	-
De los Lagos	1.648	78	369,2	17,3	446.418	450.885	2.161	80	-	-
Aysén	213	12	391,3	22,5	54.429	53.308	242	14	-	-
Magallanes y Antártica	404	29	441,5	32,8	91.500	88.449	443	42	-	-
Metropolitana	13.289	977	326,4	23,4	4.071.264	4.171.195	11.460	1.848	1.829	-
Nivel Nacional	36.391	2.803	452,3	29,3	9.708.512	9.969.851	37.122	4.640	3.617	89

Fuente: Elaboración propia en base a información Genchi, Censo 2017 e INE

Tomando en cuenta la diferenciación en las plazas del sistema penitenciario según sexo, se llega a una brecha en población penitenciaria masculina de 3.617 y femenina de 89, con un total de 3.706 plazas.

Considerando el escenario más conservador, reflejado en los resultados de la tabla 11.17, el déficit nacional de 2.616 plazas conlleva un requerimiento de infraestructura cercano a los 108.183 m² adicionales. Si tomamos en cuenta el escenario expuesto en la tabla 11.18, el déficit nacional sería de 3.706 plazas, con un requerimiento de infraestructura de 153.259 m² adicionales.



Brecha de plazas por proyección de población para 2022-2031

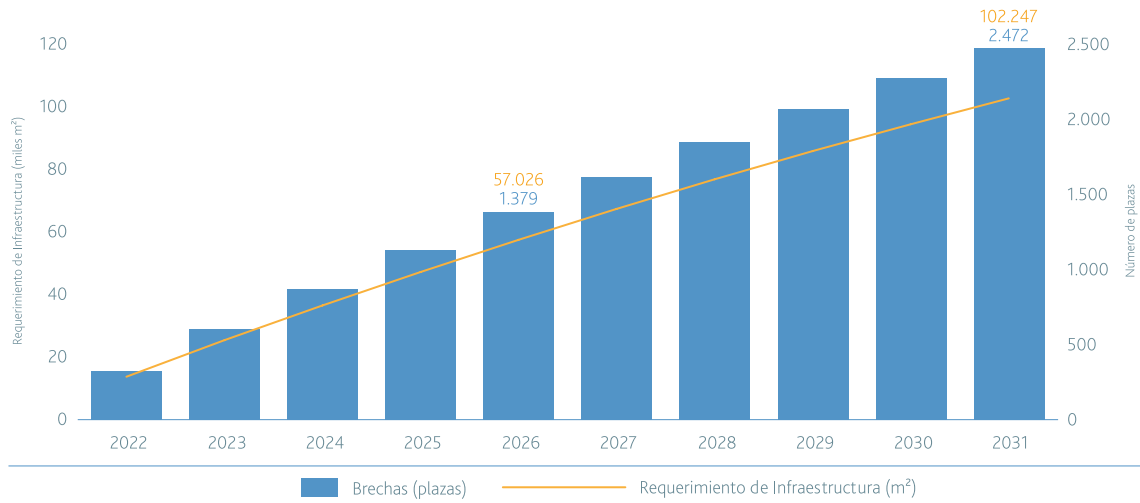
Para llevar a cabo la proyección de las brechas de plazas en el sistema penitenciario para el horizonte 2022-2031, se tomaron en cuenta los siguientes supuestos:

- i) Variación de las tasas fijas: a nivel de cada región, se mantiene constante a través del tiempo, tomando como valor base el correspondiente a julio de 2021 para cada región.
- ii) Población regional según resultados preliminares de agosto del Censo 2017 (INE) y proyección en base a crecimiento Censo 2012.
- iii) Redistribución intrarregional moderada, esto es que resulta posible el traspaso entre regiones aledañas.
- iv) Se utiliza un índice de habitabilidad de 41,4 m²/interno, según el estándar de los proyectos nuevos.

Los resultados se muestran en el gráfico adjunto, que revelan la necesidad de incrementar en más de 1.379 plazas para el quinquenio 2022-2026 y un poco menos de 1.100 plazas adicionales para el horizonte de 2027-2031 (2.281 de hombres y 191 de mujeres), que se traducen en 102.247 m² adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado.



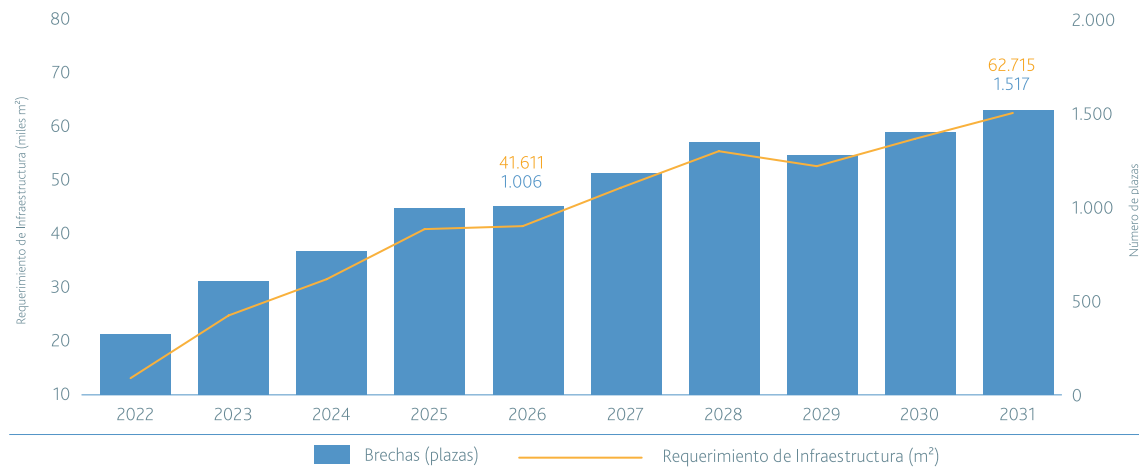
Gráfico 11.6: Plazas y Requerimientos de Infraestructura por proyección de Población Nacional (incremento de déficit de plazas anuales) con mantención de tasas de encarcelamiento



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, es necesario considerar los 3 proyectos que están avanzando actualmente ("Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule) y que se vislumbra entrarán en operación dentro del decenio analizado (2022-2031). Los resultados que se muestran en el gráfico adjunto, revelan la necesidad de incrementar en unas 1.517 plazas adicionales (1.405 de hombres y 112 de mujeres) para el horizonte 2022-2031, lo que se traduce en 62.715 m² adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado.

Gráfico 11.7: Plazas y requerimientos de infraestructura por proyección de población nacional, considerando los nuevos proyectos de infraestructura penitenciaria



Fuente: Elaboración propia.





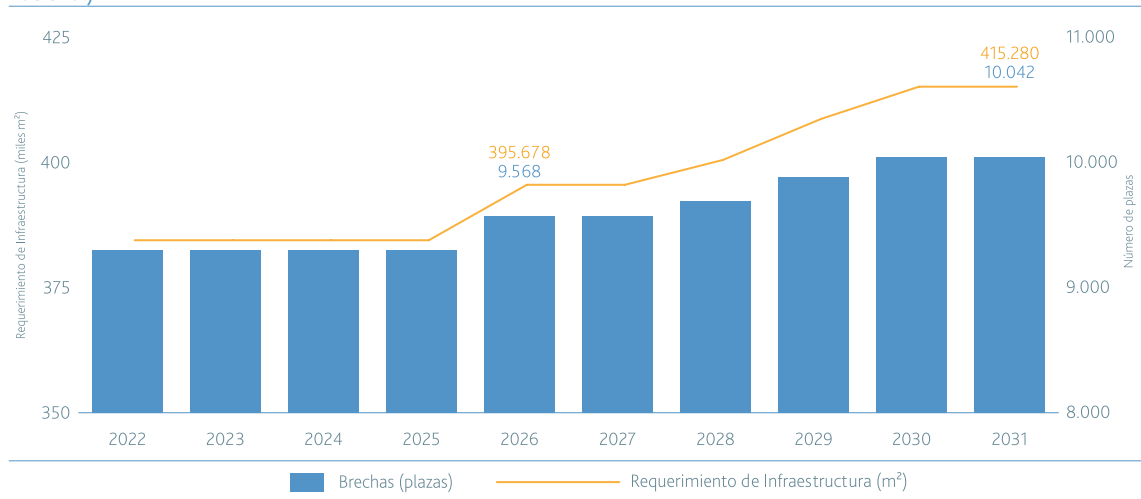
Determinación brecha por necesidad de sustitución para 2022-2031

Como hemos visto anteriormente, prácticamente la mitad de los establecimientos tienen una antigüedad superior a los 50 años, comprendiendo este grupo 9.568 plazas. Al asumir que la vida útil máxima para este tipo de infraestructura es de unos 50 años, se obtiene que en el periodo 2022-2031 debiesen sustituirse 10.042 plazas adicionales. Hay que tomar en cuenta que este número de plazas corresponde a una cota inferior, ya que utiliza como supuesto que los recintos antiguos en su totalidad pierden todas sus plazas una vez que tienen más de 50 años, y que los recintos que están funcionando disponen del 100% de sus plazas para uso. Este supuesto no se ajusta bien a la realidad, ya que muchas veces no se cumplen con las condiciones de habitabilidad deseables o dignas establecida por estándares internacionales en los recintos penitenciarios, siendo uno de los ejemplos más comunes, el hecho de que existan plazas, pero no estén las camas correspondientes a éstas.¹⁵

Este requerimiento se traduce en un incremento de otros 415.280 m² adicionales para establecimientos penitenciarios de régimen cerrado, debido a la obsolescencia de las instalaciones en el período 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.¹⁶



Gráfico 11.8: Plazas y requerimientos de infraestructura por proyección de obsolescencia de infraestructura (nivel nacional)



Fuente: Elaboración propia.

¹⁵ Estudio de la Condiciones Carcelarias en Chile, 2018, INDH

¹⁶ En ese sentido, es una cota superior de las necesidades de plazas y metros cuadrados adicionales en este ítem.

Brechas totales

La inclusión de las brechas al 2021, las propias de la proyección de la población para los quinquenios de los períodos 2022 - 2026 y 2027 - 2031 (separada según sexo) 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 fija, con y sin proyectos en curso.

Tabla 11.19: Determinación de Brechas totales de Plazas y requerimientos de Infraestructura penitenciaria cerrada: Escenario tasa de encarcelamiento (m²) y separado por sexo

Ítem Brecha	Plazas cada quinquenio			Superficie (m ²)		
	2022-2026	2027-2031	Total	2022-2026	2027-2031	Total
Cierre de Brechas por sobreuso	3.706	-	3.706	153.259	-	153.259
Requerimientos por incremento de población	1.379	1.094	2.472	57.026	45.221	102.247
Reposición por obsolescencia	9.568	474	10.042	395.678	19.602	415.280
Totales	14.653	1.568	16.220	605.963	64.823	670.786

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.20: Determinación de brechas totales de plazas y requerimientos de infraestructura penitenciaria cerrada: Escenario tasa de encarcelamiento, con proyectos en construcción (m²) y separado por sexo

Ítem Brecha	Plazas cada quinquenio			Superficie (m ²)		
	2022-2026	2027-2031	Total	2022-2026	2027-2031	Total
Cierre de Brechas por sobreuso	3.706	-	3.706	153.259	-	153.259
Requerimientos por incremento de población	-	369	369	-	15.240	15.240
Reposición por obsolescencia	9.568	474	10.042	395.678	19.602	415.280
Totales	13.274	843	14.117	548.937	34.842	583.779

Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos y cuantificación de la brecha e inversión 2022-2031

Para determinar la brecha en inversión, resulta necesario establecer un monto estimativo asociado a estas infraestructuras. Para establecer el costo de m² por UF, se utiliza la información de los 3 últimos proyectos licitados: "Calama" en Antofagasta, "El Arenal" en Atacama y "La Laguna" en el Maule, donde se obtiene un precio de 64,01 UF/m². El detalle se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 11.21: Resumen de 3 últimos proyectos licitados

	Costo total	m ²	UF	UF/m ²
La Laguna	\$131.447.737	62.129	4.377.447	70,46
El Arenal	\$123.019.197	76.575	4.096.762	53,50
Calama	\$83.438.220	40.815	2.778.644	68,08

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando los datos de la tabla anterior, se llega a un total de MMUS\$ 1.697 para el escenario de proyección, donde destaca que el monto de brecha por reposición de obsolescencia representa un 61,9% de la brecha total.

Tabla 11.22: Cálculo de cierre de brechas al 2031

Ítem Brecha	Inversión (MMUS\$)		
	2022-2026	2027-2031	Total
Cierre de brechas por sobreuso	388	0	388
Requerimientos por incremento de población	144	114	259
Reposición por obsolescencia	1.001	50	1.050
Totales	1.533	164	1.697

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el detalle para cada región:

Tabla 11.23: Cálculo de cierre de brechas al 2031, por región

Región	Cierre de Brechas por sobreuso			Requerimientos por incremento de población			Reposición por obsolescencia		
	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)
Arica	0	-	-	120	4.947	13	0	0	-
Tarapacá	0	-	-	275	11.365	29	0	-	-
Antofagasta	247	10.215	26	117	4.831	12	396	16.376	41
Atacama	172	7.113	18	15	603	2	362	14.970	38
Coquimbo	0	-	-	244	10.096	26	306	12.654	32
Valparaíso	728	30.106	76	265	10.948	28	954	39.452	100
O'Higgins	147	6.709	15	168	6.962	18	482	19.933	50
Maule	488	20.181	51	141	5.843	15	1198	49.542	125
Ñuble	95	3.929	10	18	755	2	624	25.805	65
Bío – Bío	0	-	-	34	1.408	4	440	18.196	46
Araucanía	0	-	-	44	1.823	5	1220	50.452	128
De los Ríos	0	-	-	28	1.159	3	0	0	-
De los Lagos	0	-	-	77	3.171	8	398	16.459	42
Aysén	0	-	-	1	44	0	0	0	-
Magallanes y Antártica	0	-	-	23	957	2	0	0	-
Metropolitana	1829	75.637	191	903	37.336	94	3662	151.439	383
Nivel Nacional	3.706	153.259	388	2.472	102.247	259	10.042	415.280	1.050

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, al incorporar los 3 proyectos de “Calama” en Antofagasta, “El Arenal” en Atacama y “La Laguna” en el Maule, y que se espera entren en operación en el decenio de análisis, las brechas ajustadas se reflejan en la tabla siguiente.

Tabla 11.24: Cálculo de cierre de brechas al 2031, con proyectos actualmente en construcción

Ítem Brecha	Inversión (MMUS\$)		Total
	2022-2026	2027-2031	
Cierre de brechas por sobreuso	388	0	388
Requerimientos por incremento de población	0	39	39
Reposición por obsolescencia	1.001	50	1.050
Totales	1.388	88	1.476

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el detalle para cada región:

Tabla 11.25: Cálculo de cierre de brechas al 2031 con proyectos actualmente en construcción, por región

Región	Cierre de Brechas por sobreuso			Requerimientos por incremento de población			Reposición por obsolescencia		
	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)	Plazas	Superficie (m ²)	Inversión (MMUS\$)
Arica	0	-	-	20	812	2	-	-	-
Tarapacá	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Antofagasta	247	10.215	26	-	-	-	396	16.376	41
Atacama	172	7.113	18	-	-	-	362	14.970	38
Coquimbo	0	-	-	-	-	-	306	12.654	32
Valparaíso	728	30.106	76	33	1.354	3	954	39.452	100
O'Higgins	147	6.709	15	-	-	-	482	19.933	50
Maule	488	20.181	51	-	-	-	1.198	49.542	125
Ñuble	95	3.929	10	-	-	-	624	25.805	65
Bío – Bío	0	-	-	4	167	0	440	18.196	46
Araucanía	0	-	-	14	583	1	1.220	50.452	128
De los Ríos	0	-	-	8	331	1	-	-	-
De los Lagos	0	-	-	27	1.103	3	398	16.459	42
Aysén	0	-	-	1	44	0	-	-	-
Magallanes y Antártica	0	-	-	23	957	2	-	-	-
Metropolitana	1829	75.637	191	240	9.918	25	3.662	151.439	383
Nivel Nacional	3.706	153.259	388	369	15.240	39	10.042	415.280	1.050

Fuente: Elaboración propia.



Estimaciones por concepto de infraestructura judicial: una aproximación

Desde el diagnóstico realizado en el año 2019 sobre las necesidades de infraestructura de tribunales, la estructura del poder judicial en Chile no ha cambiado; está constituido por tribunales que están regulados por un estatuto jurídico que indica el capítulo IV de la Constitución y el código orgánico de tribunales.

Como tribunales ordinarios del Poder Judicial se considera a: la "Corte Suprema", las "Cortes de Apelaciones", los "Juzgados Civiles", los "Juzgados de Garantía", los "Juzgados de Competencia Común", los "Juzgados de Familia", los "Tribunales de Juicio Oral en lo Penal", los "Juzgados de Letras del Trabajo", y los "Juzgados de Cobranzas Laboral y Previsional". En lo que respecta a la transición desde los antiguos "Juzgados del Crimen" a las nuevas instancias definidas en la reforma procesal penal, aun existe un juzgado del crimen terminando las causas pendientes del antiguo sistema judicial.

Aun no se cuenta con información de infraestructura desagregada por tipo de tribunal o causas, por lo que el análisis se basa en información catastral de la Corporación de Administración del Poder Judicial, el documento de cuenta pública de Corporación Administrativa del Poder Judicial 2019 (publicado en 2020) y los Proyectos de Tribunales reportados en el Banco Integrado de Proyectos, para los últimos 3 años. De estas 3 fuentes de información se coligen que los inmuebles que están dedicados a las funciones de tribunales en el país alcanzan una superficie construida de alrededor de 721.252 m². Al separar por instancias judiciales por tipo de tribunales se encuentra lo siguiente:

a. Corte Suprema, Cortes de Apelaciones y otros tribunales: La información catastral no permite separar los 15.844 m² del inmueble principal del Poder Judicial, hoy ocupado por la Corte Suprema, Corte de Apelaciones Santiago y otros tribunales especiales que funcionan en el Palacio de Tribunales. Asimismo, al analizar la información del catastro de las

otras Cortes de Apelaciones, solo es posible conocer las superficies utilizadas por los tribunales de alzada en los casos Copiapó, Valparaíso, San Miguel, Rancagua, Chillán, Temuco, Valdivia, Puerto Montt, Coyhaique y Punta Arenas; 10 sobre 17 que imputan 41.355 m² construidos para estos tribunales de alzada. En los otros 7 casos, los edificios que ocupan las cortes de apelaciones, también otorgan cabida a otros tribunales de primera instancia, que en el agregado corresponden a 35.954 m². En total, la superficie edificada de los inmuebles de la Corte Suprema y Cortes de Apelaciones en régimen de uso total o parcial es de 77.309 m².

b. Juzgados de Letras, Garantías, Juicio Oral, Familia, Letras del Trabajo, Cobranza Laboral y Previsional y, del Crimen: La información del Poder Judicial indica la siguiente distribución de tribunales por corte o materia:

Tabla 11.26: Tribunales de primera instancia 2021

Cortes de Apelaciones	Juzgados Civiles y de Competencia Común	Juzgados de Garantía	Juzgados de Familia	Tribunales de Juicio Oral en lo Penal	Juzgados Letras del Trabajo	Juzgados de Cobranza Laboral y Previsional	Juzgado del Crimen	Total
Arica	3		1	1	1		1	7
Iquique	5		1	1	1		1	9
Antofagasta	11		2	3	2		2	20
Copiapó	10		2	3	1		1	17
La Serena	14		3	5	1		2	25
Valparaíso	26	1	11	12	2		6	58
San Miguel	13	1	8	9	3		5	39
Santiago	31	1	6	12	2	1	7	60
Rancagua	11		4	6	1		3	25
Talca	16		5	8	2		4	35
Chillán	7		1	3	1		1	13
Concepción	23	1	6	9	2		3	44
Temuco	17		2	8	1		3	31
Valdivia	11		2	5	2		2	22
Puerto Montt	12		4	4	2		2	24
Coyhaique	5		1	1	1		1	9
Punta Arenas	6		1	1	1		1	10
Total	221	4	60	91	26	1	45	448

Fuente: Memoria Institucional Poder Judicial, 2018



La superficie edificada de estos 448 tribunales de primera instancia corresponde al menos a lo que indica la Tabla 11.27:

Tabla 11.27: Superficie Edificada Aproximada¹⁸ Tribunales de primera instancia 2021

Cortes de Apelaciones	Número Tribunales	Superficie Edificada (m ²)
Arica	7	8.975
Iquique	9	10.419
Antofagasta	20	19.209
Copiapó	17	12.183
La Serena	25	21.568
Valparaíso	58	55.377
San Miguel	39	43.077
Santiago	60	191.485
Rancagua	25	22.426
Talca	35	35.021
Chillán	13	10.708
Concepción	44	28.469
Temuco	31	23.870
Valdivia	22	17.314
Puerto Montt	24	18.192
Coyhaique	9	4.361
Punta Arenas	10	5.675
Total	448	528.329

Fuente: Elaboración propia en base a catastro CAPJ

2. Datos de producción

Durante el año 2021, ingresaron 1.125.240 causas por competencia en los tribunales de primera instancia. La tabla a continuación presenta la desagregación de éstas por materias, para los últimos 4 años, donde se observa una baja de causas ingresadas en los últimos dos años:

Tabla 11.28: Causas ingresadas según materias, 2018-2021

Materias	2018	2019	2020	2021
Familia	602.541	617.068	504.962	267.976
Civil	1.845.642	1.685.290	1.085.250	360.281
Laboral	78.839	82.336	71.752	30.367
Cobranza	415.544	366.163	343.597	148.724
Garantía	594.245	610.015	652.953	313.415
Oral en lo penal	12.730	12.382	6.599	4.477
Total	3.549.541	3.373.254	2.665.113	1.125.240

Fuente: Estadísticas Poder Judicial

El flujo de causas para el año 2021 se presenta en la siguiente tabla. Durante el periodo, se ingresaron un total de 1.125.240 causas, se terminaron 958.867 y quedaron pendientes al último día del año (independiente de su año de ingreso) 2.673.240.

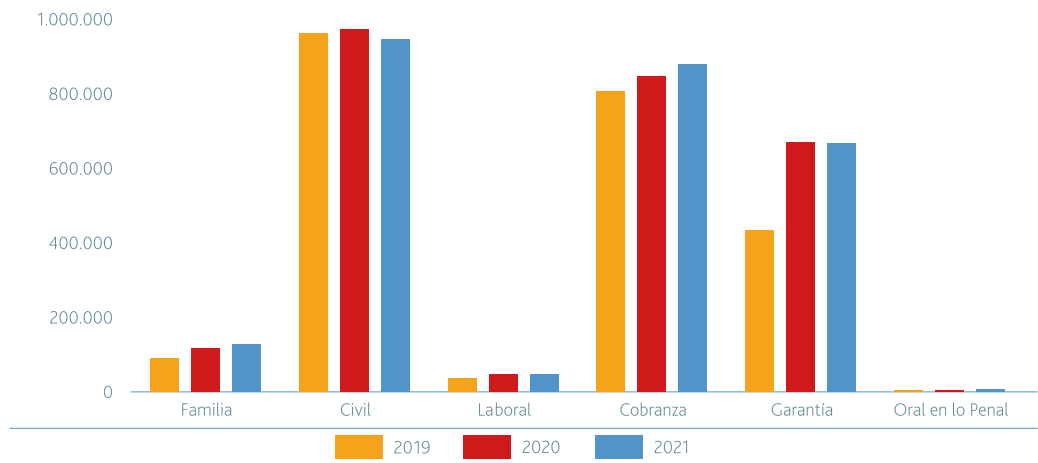
¹⁸ De los 77.309 m² construidos donde están localizados la Corte Suprema y las Cortes de Apelaciones sólo 41.355 m² tienen uso exclusivo para estas instancias judiciales. El saldo de 35.954 m² son compartidos en inmuebles donde también funcionan tribunales de primera instancia.

Tabla 11.29: Número de causas civiles pendientes al fin de año 2021

Materias	Familia	Civil	Laboral	Cobranza	Garantía	Oral en lo Penal	Total
Ingreso de causas	267.976	360.281	30.367	148.724	313.415	4.477	1.125.240
Término de causas	217.315	227.222	37.652	104.288	368.630	3.760	958.867
Causas en tramitación	128.402	945.765	46.841	879.546	666.752	5.934	2.673.240

Fuente: Estadísticas Poder Judicial

Gráfico 11.9: Evolución del número de causas en tramitación o pendientes según materia



Fuente: Elaboración propia con información de Estadísticas Poder Judicial

La tabla y el gráfico anterior muestran la limitada capacidad de resolución de causas en los tribunales de primera instancia, lo que refleja un déficit de oferta de tribunales, especialmente teniendo en cuenta que, en los últimos tres perio-

dos, el ingreso de causas ha disminuido, representando los datos 2021 casi un tercio del total de causas ingresadas en 2019. Lo anterior, no necesariamente podría significar déficit total de infraestructura. Tal vez un proceso de uso de

horario extendido de los tribunales, como se hace en otros sectores del ámbito público, que conlleva solo incrementos de gastos operacionales podría mejorar los estándares de rendimientos de resolución de causas.

3. Recomendaciones de estándares de Infraestructura y costeo preliminar

En el año 2014, una consultora contratada por el CAPJ realizó estimaciones de déficit de infraestructura de tribunales. Para ello, hizo un levantamiento de

oferta para algunas regiones y, sobre la base de modelos o plantillas estándares de arquitectura, hizo una determinación preliminar de demanda de superficies adicionales y costos de inversión.

Al realizar un ejercicio de aplicar las sugerencias del estudio para los tribu-

nales de primera instancia en base a los datos disponibles (para este estudio preliminar), se puede determinar las siguientes necesidades de ampliación para la Infraestructura de tribunales existente, tomando en cuenta la nueva información de infraestructura disponible:

Tabla 11.30: Estimación de estandarización tribunales existentes m²

Área Geográfica	Superficie Construida 2021 m ²	Propuesta Superficie s/ Nuevos Estándares m ²	Brecha 2019	Avance de Brechas	Brecha 2021	M USD\$
Arica	8.975	33.371	24.396		24.396	48.195
Iquique	14.539	53.719	39.180	2.931	36.249	71.611
Antofagasta	19.915	18.265	-1.650	1.434	-3.084	-6.093
Copiapó	14.004	22.693	8.689	16.246	-7.557	-14.929
La Serena	21.568	66.602	45.034	6.493	38.541	76.139
Valparaíso	61.527	134.650	73.123	2.202	70.921	140.106
San Miguel	50.919	94.951	44.032	19.708	24.324	48.053
Santiago	207.329	133.170	-74.159	24.215	-98.374	-194.340
Rancagua	26.240	59.132	32.892	12.142	20.750	40.992
Talca	35.021	84.950	49.929		49.929	98.636
Chillán	11.987	109.077	97.090	7.466	89.624	177.055
Concepción	28.469	42.523	14.054	21.403	-7.349	-14.518
Temuco	26.807	76.640	49.833	7.175	42.658	84.272
Valdivia	20.563	53.981	33.418	12.838	20.580	40.656
Puerto Montt	19.974	58.090	38.116	2.943	35.173	69.485
Coyhaique	6.313	25.687	19.374	1.787	17.587	34.744
Punta Arenas	7.021	27.901	20.880	1.098	19.782	39.080
Total	581.171	1.095.402	514.231	140.081	374.150	739.143

(1) UF sept. 2021: 30.028

(2) Tipo de cambio: 760

(3) 50UF/m²

Fuente: Basado en Manual de Diseño de Modelos de Arquitectura para edificios Judiciales. Ed. 2014. CAPJ.



420



Para llegar a una estimación cierta de la necesidad real de inversión, se deben considerar más dimensiones en el análisis.

En primer lugar, al asumir necesidades de ampliaciones por mejores estándares de infraestructura, se está considerando que la infraestructura existente está en buenas condiciones, supuesto fuerte que no siempre es realista. Esto lleva a una subvaloración de la cartera de inversiones.

Por otro lado, el Poder Judicial está llevando a cabo un proceso de inversiones de larga data, con una cartera de proyectos en ejecución. A continuación, se presenta un cuadro resumen de los proyectos en ejecución para el periodo 2021, por región y costo total del proyecto:

Tabla 11.31: Cuadro Resumen de proyectos en ejecución en Banco Integrado de Proyectos

Región	Nº proyectos	Costo Total M USD\$
Arica		
Tarapacá	4	23.754
Antofagasta	1	1.198
Atacama		
Coquimbo	3	41.504
Valparaíso	4	13.609
O'Higgins	3	60.350
Maule	3	11.087
Ñuble	2	31.808
Bío – Bío	6	49.042
Araucanía	2	45.436
De los Ríos	1	1.493
De los Lagos	3	39.911
Aysén		
Magallanes y Antártica		
Metropolitana	7	150.988
Interregional	3	36.657
Nivel Nacional	42	506.837

Fuente: Elaboración Propia, basado en información del Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia

Si por simplicidad se asume un efecto de neteo entre ambos escenarios, se puede asumir que los costos asociados a estas superficies son de US\$ 739 millones.

4. Conclusiones

La primera conclusión de este diagnóstico preliminar es la necesidad de disponer de información catastral actualizada de la CAPJ. Esto implica poder disponer de las áreas de edificios que cada tribunal usa para el ejercicio de su función. En una segunda derivada, es necesario conocer el formato de operación de cada tribunal, en lo que se refiere a salas judiciales (Jueces por instancia), información que permitiría elaborar ratios de eficiencia en la resolución y atención de casos judiciales.

Como segundo aspecto, es necesario conocer los formatos de soluciones de infraestructura que esta usando la CAPJ para la materialización de los tribunales de primera instancia. Estos formatos permiten dimensionar en función de la demanda de casos, el tamaño y localización de los tribunales. Como se evidencia del estudio parcial realizado en año 2014, el tema de disponibilidad de terrenos también constituye un desafío para acercar la solución de problemas judiciales a las personas.

Los números de casos pendientes que se arrastran de año en año se han mantenido constantes, a pesar de que el ingreso de casos a disminuido alrededor del 30% cada año, desde 2019 a 2021²⁰. Esto da evidencia de la necesidad de aumentar el número de tribunales si es que se desea abordar el tema de la oportunidad judicial. Estadísticas de demoras promedios de resoluciones de casos judiciales, muestran que hay espacio para acortar los plazos. Abordar estos issues obviamente no solo implica inversiones, sino también un aumento de costos operacionales por aumentos de personal, y bienes y servicios de consumo.

²⁰ No hay información disponible concluyente al respecto, que permitan establecer causalidad. Se reporta que en 2020 se agregaron 3 materias en competencia penal relacionada con contingencia sanitarias originadas por Covid-19. Durante el 2020, las causas ingresadas por Covid-19 fueron 130.027 y las terminadas 98.848.

6

Recomendaciones de acción

Al estudiar la infraestructura penitenciaria del país, se visibilizan las necesidades presentes y futuras del sistema, lo que, a su vez, permite buscar y diseñar estrategias y herramientas para enfrentar los desafíos que vendrán. Con esto en mente, a continuación, se presentan recomendaciones al sistema penitenciario actual:

- Desarrollo de un Plan Maestro de Infraestructura Penitenciaria, que tome en cuenta el sistema como un todo, permitiendo así las economías de escala para un mejor funcionamiento de los recintos existente y los que se quiera construir a futuro.
- Mejoramiento de las gestiones de los proyectos, ya que, al mirar la cartera de proyectos, se aprecia que hay demoras más que usuales, tanto en la elaboración de los diseños como en la ejecución de obras y posterior habilitación de los recintos carcelarios.
- Más allá de la estimación más o menos exacta del número de plazas a disponer para enfrentar la demanda de encarcelación en Chile para el año 2031, emergen necesidades relacionadas con el estado de los edificios institucionales, los cuales presentan brechas de antigüedad importantes que afectan la seguridad de los internos y el personal, la calidad de vida de los internos y que hacen más compleja la convivencia interna y las posibilidades de reinserción social de estos a la sociedad vía educación, enseñanza de algún oficio, etc.
- En línea con la recomendación anterior, se hace necesario buscar alguna estrategia para poder encontrar y concretar la adquisición de terrenos para nuevos recintos penitenciarios. Estrategias como atar la construcción de un recinto penitenciario con otro considerado deseable para la comunidad (Escuela, Hospital, Centro Comunitario, etc.) han sido efectivas para enfrentar este desafío.
- La sobredemanda de internos genera condiciones de hacinamiento y aumenta el deterioro de la infraestructura carcelaria, por estrés de las instalaciones y redes servicios. Además, congestiona los distintos espacios carcelarios, afectando también la convivencia de los internos. De hecho, la evidencia internacional sugiere que los recintos con peores condiciones de habitabilidad propician malas conductas, aumentan niveles de violencia y por lo tanto, alargan condenas de las personas privadas de libertad.
- Tal vez sea conveniente, explorar nuevamente la modalidad de concesiones para avanzar en las necesidades más icónicas vía esta forma, tendencia que es cada vez más común en países de Sudamérica y que algunos organismos multilaterales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano apoyan, a través del desarrollo de infraestructura pública a través del modelo de asociaciones público-privada.



- Mejorar la calidad de la información acerca del estado real de la infraestructura penitenciaria. El tener un catastro de la infraestructura, su estado y programas de mantenimientos de los recintos, celdas, espacios comunes, etc, permitirá llevar a cabo una planificación más acertada y eficiente de las necesidades del sistema.
- En lo que respecta a medidas preventivas, también se propone trabajar con el concepto de la Reinversión en Justicia, es decir invertir en capital humano para disminuir los impactos negativos del crimen en una comunidad, medidas que en el largo plazo se espera que disminuyan las tasas de encarcelamiento y las medidas punitivas tradicionales. El énfasis está en abordar las causas subyacentes del comportamiento delictivo, basado en datos empíricos, para que posteriormente se transformen en políticas. Con este tipo de medidas, se busca disminuir los costos monetarios y humanos que traen como consecuencia los sistemas judiciales tradicionales.
- Aún no hay evidencia conclusiva de que la reclusión efectivamente tenga el efecto deseado en el ofensor, o si se aplica adecuadamente o si el daño es mayor por haber estado encarcelado. Teniendo esto en cuenta, se recomienda estudiar medidas alternativas de rehabilitación y reinserción de ofensores. Dentro de las alternativas que se recogen de la experiencia internacional, existen programas con enfoques comunitarios, donde se les monitorea y controla fuera del ambiente de la cárcel, se les imparte programas de educación, se les asigna trabajo comunitario, etc. Como medidas complementarias, se han diseñado sistemas penitenciarios que proveen tratamiento de salud mental, especialmente cuando los ofensores abusan de sustancias o alcohol, o poseen un diagnóstico de alguna condición de salud mental. Otro planteamiento es el que ha tomado países como Australia, cuyo enfoque comunitario ha tenido resultados con menores costos y bajas tasas de reincidencia.



ccbc

Anexo 11.1:

Glosario Establecimientos Penitenciarios

Centros de Detención Preventiva (CDP): Destinados a la atención de detenidos y sujetos a prisión preventiva.

Centros de Cumplimiento Penitenciario (CCP): Para quienes cumplen penas privativas de libertad. Pueden tener los siguientes regímenes: cerrado, semiabierto y abierto.

Centros Penitenciarios Femeninos (CPF): Destinados a la atención de mujeres. En ellos existirán dependencias con espacios y condiciones adecuadas para el cuidado y tratamiento pre y postnatal, así como para la atención de hijos lactantes de las internas. En aquellos lugares en que no existan estos centros, las internas permanecerán en dependencias separadas del resto de la población penal.

Complejos Penitenciarios (CP): Aquellos en que los establecimientos penitenciarios coexisten en un mismo perímetro y aplican un régimen interno y tratamiento diferenciado a los reclusos, con el apoyo de servicios únicos centralizados de seguridad, administración, salud, reinserción social, laboral y de registro y movimiento de la población penal

Centros de Educación y Trabajo (CET): Son secciones de tratamiento dependientes de Gendarmería de Chile, que pueden estar ubicadas dentro o fuera de los recintos penales, donde los internos trabajan y cumplen su condena en un lugar segmentado especialmente para estos fines.

Centros de Reinserción Social (CRS): Son establecimientos penitenciarios con régimen abierto (que brindan atención ambulatoria) donde se coordinan, concentran y desarrollan las actividades de control, asistencia e intervención de las personas que han sido condenadas a alguna de las Penas Sustitutivas a la Reclusión.

Centro de Apoyo para la Integración Social (CAIS): En estos establecimientos gestionan los planes y programas de asistencia a las personas que, habiendo cumplido sus condenas, requieran de apoyo para su reinserción social.

Centros de Internación Provisoria y de Régimen Cerrado (CIP-CRC): Establecimientos dependientes del Servicio Nacional de Menores en los que presta apoyo personal uniformado de Gendarmería.

Direcciones Regionales (DR): Edificios administrativos de Gendarmería de Chile.



ccbc



Anexo 11.2:

Modelación de la Demanda

En el ICD 2018-2027 se planteó siguiente modelo simplificado de proyección de la demanda, a partir de la evolución de la tasa de encarcelamiento y de la población:

$$DSPACR_{rt} = TE_{rt} \times POB_{rt}$$

DSPACrt: Demanda por Servicios Penitenciaria en Atención Cerrada en el período "t" para la región "r".

POBrt : Población proyectada por INE según Censo 2017¹⁷ en el período "t" para la región "r".

TErt : 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.

$$TE_{rt} : TE_{rt-1} \times \left\{ K1_r \times (1+VTD_{rt}) + K2_r \times (1 + VMG_{rt}) \right\}$$

Donde,

- K1r: Factor de incidencia de la tasa de denuncias de delitos sobre servicios penitenciarios. A priori se estima del orden del 10%, basado en los antecedentes recopilados a nivel de los boletines estadísticos de la Fiscalía.
- VTDrt: Variación estimada de la tasa de denuncias de la región "r" en el período "t".
- VMGr: 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.
- K2r: 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% podría ser razonable de incidencia 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 el 2017 e históricos y asumiendo como benchmark deseable al menos el mejor desempeño de las Fiscalías regionales a nivel del país.

¹⁷ CENSO 2017, INE, agosto 2017.





Capítulo 12

Educación

1 Resumen ejecutivo

El presente documento tiene como objetivo cuantificar la necesidad de infraestructura y el plan de obras requeridas en el sector educación para el horizonte 2022 – 2031. En línea con los Informes de Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD) 2016-2025 y 2018-2027, en este informe se cuantifica el avance en el cierre de la brecha identificada en el informe ICD anterior, se describen los avances en los cambios institucionales del sector, y se reestiman las necesidades de infraestructura con la información disponible en 2021.

Para estimar el cierre de la brecha identificada en el informe ICD 2018-2027, se revisó la información del Banco Integrado de Proyectos del Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, que permite aproximarse a tener mejor información sobre el progreso en la ejecución de proyectos. En este contexto se identificaron 659 registros para los años 2017-2021. De estos, descontando algunos proyectos no relacionados con el proceso educativo directo, los proyectos en etapa de perfil y diseños, todos con RS, se obtuvo una cartera de 78 proyectos de inversión distintos, cuyo monto acumulado en cifras del 2021 es de MMUS\$409.

Por su parte, para actualizar las estimaciones de necesidades de infraestructura se procedió a (i) analizar cuánta infraestructura se requeriría para aumentar el estándar a 2 m²/alumno¹, considerando tanto el impacto de ampliar las aulas existentes como de rehabilitación de los edificios existentes para lograr el objetivo; (ii) analizar con los datos de Establecimientos y Matrícula del año 2021 cuántas aulas se deberían construir para que todos los alumnos de 3ro básico en adelante estén en jornada escolar completa (JEC); (iii) analizar cuánta infraestructura se requeriría para mejorar los espacios de talleres, laboratorios, centro de recursos para el aprendizaje y sala informática; (iv) analizar cuánta infraestructura se requeriría para que todos los establecimientos de más de 4 aulas cuenten con los estándares de comedor y cocina apropiados; y (v) analizar cuántos gimnasios se requieren en los establecimientos de 400 alumnos o más.

¹ De acuerdo con el documento "Criterios de Diseño para los Nuevos Espacios Educativos en el Marco del Fortalecimiento de la Educación Pública" del Ministerio de Educación. Disponible en: https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/4638/criterios_dise%C3%B1o_espacios_educativos.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Para determinar las necesidades de infraestructura en las cinco dimensiones anteriores se consideran aquellos establecimientos de educación escolar diurna de las modalidades Pre básica, Básica, Media y Técnico Profesional. No se consideran la educación particular, por no estar asociada a obras por parte del sector público, y tampoco la educación especial, de adultos y multigrado por ser heterogéneas en sus características lo que no permite hacer estimaciones consistentes de necesidades de infraestructura. Además, estos últimos corresponde a un porcentaje menor de la matrícula total. De esta forma, de un total de 11.248 establecimientos, se analiza la información de 6.329, los cuales representan un 56% del total. Con relación a la matrícula, del total de 3.615.502 alumnos, la muestra abarca a 2.915.887, lo que representa un 80,6% de estos.

La Tabla 12.1 presenta las necesidades de infraestructura en términos de superficie necesaria para cubrir las cinco dimensiones anteriores y los respectivos costos unitarios que permiten calcular los costos totales. Se aprecia que la superficie adicional a construir por concepto de aulas asciende a 4.957.966m² equivalente a MMUS\$7.510². Por su parte, en términos de espacios comunes se requiere construir 3.867.869m² equivalentes a MMUS\$5.625. Por lo tanto, tomando en consideración el diseño e implementación y, el mobiliario y equipamiento, la inversión total asciende a MMUS\$ 15.105. El flujo de inversión esperado implica que las obras relacionadas a JEC, ampliación de aulas existentes y comedores y cocinas se lleven a cabo en el primer quinquenio, mientras que las otras obras se prorratean durante todo el período, lo que implica una inversión de MMUS\$9.965 entre 2022 y 2026, para luego invertir MMUS\$5.140 entre 2027 y 2031.

Tabla 12.1: Requerimientos de inversión en infraestructura 2022-2031 (MMUS\$)

Tipo De Requerimiento	Superficie (m ²)	Costos US\$/m ²	Costos Totales MMUS\$		
			2022-2031	2022-2026	2027-2031
Aulas					
Avance JEC	269.244	1.938	522	522	
Ampliación de aulas ya existentes	1.796.138	1.938	3.483	3.483	
Rehabilitación de aulas	2.892.584	1211	3.505	1.753	1.753
Espacios Comunes					
Mejoramiento espacios educativos existentes	2.515.258	1.454	3.658	1.829	1.829
Cocina Comedores	563.811	1.454	820	820	
Gimnasios	788.800	1.454	1.147	574	574
Diseño e implementación			1.313	657	657
Mobiliario y Equipamiento			657	328	328
Inversión total			15.105	9.965	5.140

Fuente: Elaboración propia.

² Para el cálculo de los montos en US\$ se usa un tipo de cambio de 760 \$/US\$.

2

Descripción y situación actual 2021

Oferta de Infraestructura Escolar a nivel país 2021

Para poder estimar las necesidades de infraestructura del sector, se debe analizar la oferta educacional en términos de cantidad de establecimientos que existen y cantidad de alumnos. En esta sección se provee estadística descriptiva de la oferta de establecimientos y cantidad de alumnos a nivel regional y por dependencia educacional utilizando los datos del registro de estudiantes de Chile al 30 de abril del 2021³.

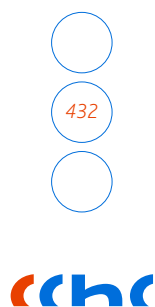
En total hay 11.248 establecimientos educacionales que cuentan con una matrícula total de 3.615.502 estudiantes. De estos, el 49,2% (5.534) de los establecimientos son particulares subvencionados, el 30,9% (3.481) son establecimientos bajo administración municipal DAEM y 8,1% (915) corresponde a establecimientos administrados por corporaciones municipales. El 5,4% (605) son establecimientos particulares pagados. Adicionalmente existen 70 establecimientos de administración delegada y 643 que son administrados por los servicios locales de educación.

Tabla 12.2: Establecimientos educacionales por región y dependencia (abril 2021)

Región	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Particular pagado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Arica y Parinacota	0	0	76	6	0	64	146
Tarapacá	35	35	115	17	1	0	203
Antofagasta	89	36	83	32	0	0	240
Atacama	0	0	46	10	0	113	169
Coquimbo	42	295	320	32	1	49	739
Valparaíso	86	310	654	88	6	55	1.199
Metropolitana	361	270	1.854	303	33	88	2.909
O'Higgins	55	273	265	23	6	58	680
Maule	0	524	277	14	5	0	820
Ñuble	0	281	125	3	4	0	413
Biobío	0	472	474	27	8	71	1.052
Araucanía	0	401	600	11	4	75	1.091
Los Ríos	33	177	226	11	0	0	447
Los Lagos	173	339	357	20	1	70	960
Aysén	0	56	30	1	1	0	88
Magallanes	41	12	32	7	0	0	92
Total	915	3.481	5.534	605	70	643	11.248

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

³ Los datos utilizados son preliminares.



Respecto a la distribución de la matrícula según tipo de establecimiento y región, el 54,5% de la matrícula se encuentra en establecimientos particulares subvencionados. Le sigue el sector municipal con un 30,7% (10,2%+20,5%). Los establecimientos de administración delegada representan un 1,3% de la matrícula. Por su parte, el sector privado tiene al 8,6% de la matrícula y los servicios locales tienen un 4,8% de esta.

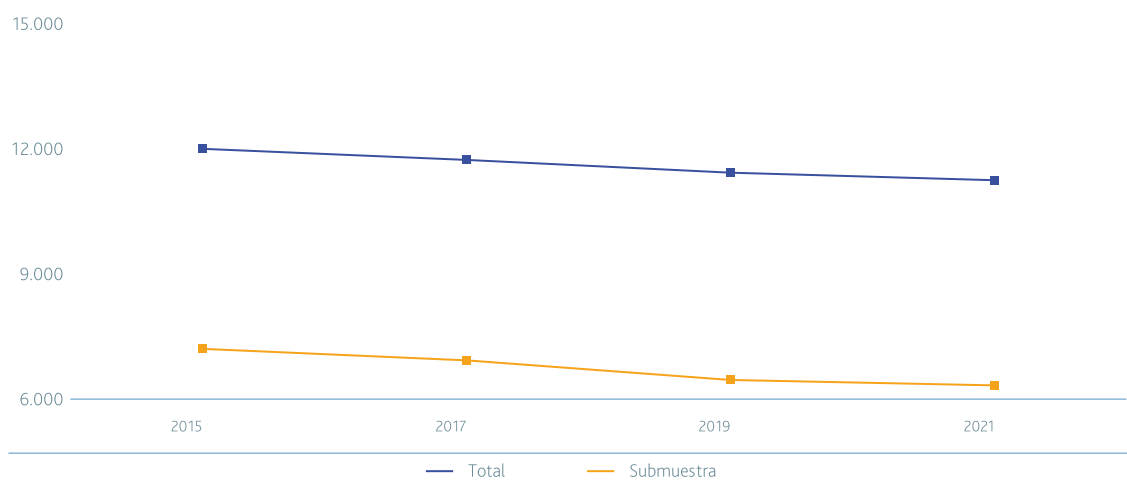
Tabla 12.3: Matrícula establecimientos educacionales por región y dependencia (abril 2021)

Región	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Particular pagado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Arica y Parinacota	0	0	33.070	1.961	0	18.232	53.263
Tarapacá	17.492	5.331	55.379	3.485	499	0	82.186
Antofagasta	59.462	13.455	47.652	10.588	0	0	131.157
Atacama	0	0	21.280	3.131	0	42.074	66.485
Coquimbo	13.765	34.762	99.655	12.386	520	13.463	174.551
Valparaíso	24.996	74.974	213.801	30.587	5.021	17.386	366.765
Metropolitana	193.605	123.961	816.179	183.860	21.293	35.745	1.374.643
O'Higgins	24.409	55.515	87.155	12.137	5.428	11.838	196.482
Maule	0	108.868	102.914	8.872	2.894	0	223.548
Nuble	0	42.611	52.057	994	2.102	0	97.764
Biobío	0	113.791	166.992	18.477	4.583	16.187	320.030
Araucanía	0	71.839	120.052	6.400	2.349	8.913	209.553
Los Ríos	3.566	32.912	38.591	3.675	0	0	78.744
Los Lagos	19.408	51.430	91.194	11.229	419	11.033	184.713
Aysén	0	9.896	13.587	45	167	0	23.695
Magallanes	14.085	1.569	12.578	3.691	0	0	31.923
Total	370.788	740.914	1.972.136	311.518	45.275	174.871	3.615.502

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

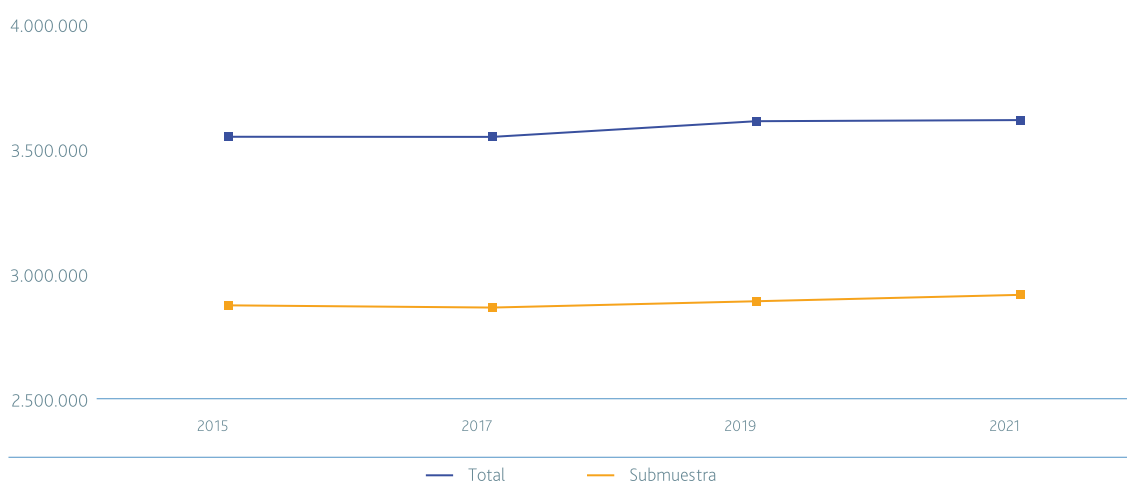
Considerando la evolución de la cantidad de establecimientos educacionales totales y de la matrícula total (líneas continuas azul) para los años 2015, 2017, 2019 y 2021, se aprecia que el número de establecimientos totales ha caído sistemáticamente, totalizando una disminución de un 6,27% entre 2015 y 2021. Por su parte, entre 2015 y 2017 la matrícula se mantuvo estable, para luego aumentar en 2019 y 2021. El aumento entre 2015 y 2021 es de 1,9%. Estos resultados sugieren que la cantidad de alumnos por aula aumentó y/o que se cuentan con más aulas por establecimiento.

Figura 12.1: Evolución número de establecimientos 2015-2021



Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

Figura 12.2: Evolución de la matrícula 2015-2021



Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.



Segmento de Infraestructura Escolar del Estudio

Las estadísticas descriptivas anteriores permiten tener una idea general de la oferta educativa a nivel nacional. Ahora bien, para poder aproximarse a medir las necesidades de infraestructura se debe contar con información más granular ya que los tipos de establecimientos y la matrícula es heterogénea lo que implica diferentes necesidades. Para efectos de este estudio, se hará foco sólo en la educación escolar diurna de modalidad Pre-Básica, Básica, Media y Técnico Profesional (TP). Esto implica dejar fuera a la educación particular pagada, que no se financia con recursos del Estado, y aquella cuyas modalidades no son fácilmente homogeneizables como la educación especial, de adultos, y los establecimientos multigrados.

Esta focalización implica rebajar el número de establecimientos de 11.248 a 6.329. En términos de matrícula se pasa de 3.615.502 alumnos a 2.915.887. Esto significa 4.919 establecimientos educativos menos (43,7% c/r al universo) y 699.615 alumnos menos (19,4% c/r a la matrícula total)⁴.

⁴ Desde el ICD 2015-2016 no se ha considerado a la educación particular pagada porque escapa del control invernal del sector público (tal como en sector salud). Por el lado de la demanda no se considera a esa población en el análisis tampoco. Sobre el resto de los tipos de educación como la de adultos (que usa la infraestructura existente en horario nocturno), escuela multigrados más de 1000 establecimientos y educación especial (muchos establecimientos y pocos alumnos) tienen un formato muy variado y no representan el modelo estándar de servicios educativos. En el caso particular de las escuelas multigrado van en proceso de eliminación por el cambio de formato hacia escuelas de concentración de matrícula.

En la Figura 12.1 se aprecia que la cantidad de establecimientos educacionales en la submuestra han caído monótonicamente (línea segmentada roja), teniendo una variación entre 2015 y 2021 de 12,2%, donde la caída más grande se observa entre 2017 y 2019. Por su parte, la matrícula de la submuestra relevante ha crecido ligeramente en el período bajo estudio. Por su parte, la Figura 12.2 muestra que la matrícula de estudiantes creció un 1,46% entre 2015 y 2021. Por su parte, al igual que en el caso del total, estos resultados sugieren un aumento en la cantidad de alumnos promedio y/o un aumento en la cantidad de aulas a nivel de establecimiento.

Tabla 12.4: Número de establecimientos educacionales submuestra estudio por región y dependencia (abril 2021)

Región	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Arica y Parinacota	0	0	43	0	38	81
Tarapacá	26	18	80	1	0	125
Antofagasta	78	25	63	0	0	166
Atacama	0	0	25	0	87	112
Coquimbo	34	117	152	1	37	341
Valparaíso	73	211	412	6	48	750
Metropolitana	321	236	1.170	33	79	1.839
O'Higgins	45	174	143	6	43	411
Maule	0	293	163	5	0	461
Nuble	0	131	76	4	0	211
Biobío	0	300	239	8	52	599
Araucanía	0	182	263	4	28	477
Los Ríos	10	89	106	0	0	205
Los Lagos	64	178	174	1	30	447
Aysén	0	29	22	1	0	52
Magallanes	31	5	16	0	0	52
Total	682	1.988	3.147	70	442	6.329

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

En relación a la submuestra elegida, se aprecia que el 42,2% de los establecimientos están bajo administración de corporaciones municipales y DAEM, 49,7% bajo de sostenedores particulares, 1,1% por administradores delegados y 7,0% por servicios locales de educación. En este último caso aumentó la cantidad de establecimientos de 160 en 2019 a 442 en 2021.

Ahora bien, en términos de matrícula, el 58,7% está contenido en los establecimientos particulares subvencionados. Por su parte, el sector bajo administración municipal contiene el 34,2% de la matrícula. El restante 7,0% se reparte entre los administradores delegados (1,6%) y los servicios locales (5,5%). En este último caso aumentó su participación en 3,6 puntos porcentuales entre 2019 y 2021.

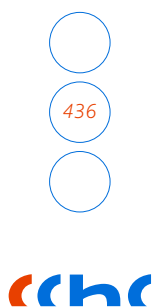
Tabla 12.5: Matrícula establecimientos educacionales submuestra estudio por región y dependencia (abril 2021)

Región	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Arica y Parinacota	0	0	29.621	0	16.246	45.867
Tarapacá	15.463	4.302	48.933	499	0	69.197
Antofagasta	55.886	12.858	44.533	0	0	113.277
Atacama	0	0	19.050	0	39.499	58.549
Coquimbo	12.699	29.756	83.114	520	12.865	138.954
Valparaíso	22.825	65.880	183.207	5.021	15.922	292.855
Metropolitana	178.099	112.410	726.103	21.278	32.575	1.070.465
O'Higgins	22.325	49.760	75.222	5.428	10.081	162.816
Maule	0	96.138	88.809	2.894	0	187.841
Nuble	0	36.619	46.075	2.102	0	84.796
Biobío	0	104.117	143.135	4.583	15.276	267.111
Araucanía	0	63.033	96.670	2.349	7.729	169.781
Los Ríos	2.918	28.899	30.280	0	0	62.097
Los Lagos	16.173	45.383	74.386	419	9.655	146.016
Aysén	0	8.499	12.159	167	0	20.825
Magallanes	13.085	1.365	10.990	0	0	25.440
Total	339.473	659.019	1.712.287	45.260	159.848	2.915.887

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

La descripción anterior provee una visión general del sistema a nivel de región y dependencia de la submuestra. Para poder estimar las necesidades de infraestructura se requiere caracterizar la oferta en términos de los tipos de enseñanza que se ofrecen por establecimiento. Por lo tanto, se definen 13 tipos de establecimientos en función de si atienden párvulos, básica, media científico-humanista y técnica profesional, y sus respectivas combinaciones⁵.

⁵ Ver anexo 1, tabla 2.



Matrícula promedio por curso

Más allá del número de aulas es importante comprender el número de alumnos que hay por curso. En este sentido, se debe diferenciar entre el promedio en la enseñanza básica y media respecto a la parvularia, ya que tienen necesidades de infraestructura distintas⁶. Se aprecia que el promedio por curso de la submuestra es de 27 alumnos, similar a la reportada en los ICD anteriores. Los establecimientos municipal DAEM tienen un promedio de 22 alumnos por curso. Por su parte los particulares subvencionados y los de administración delegada tienen en promedio 31 y 32 alumnos, respectivamente. En términos del tipo de establecimiento se aprecia que todos los que proveen enseñanza media tienen promedios de 30 o más alumnos.

Respecto al promedio de alumnos por aula solo para los alumnos de párvulos de los distintos tipos de establecimientos. Se observa que en promedio hay 22 alumnos por curso. En el caso de los municipales DAEM promedian menos de 18 alumnos por aula. Por su parte, los particulares subvencionados promedian 24 alumnos por aula⁷. Estas cifras se han mantenido estables en el tiempo.

Dado que existe heterogeneidad en los establecimientos en términos de la cantidad de estudiantes por curso, es útil ver su distribución. Observando los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90 de la distribución del promedio de alumnos por aula para básica y media, se aprecia que el 10% de los cursos tienen 40 o más alumnos por curso. Asimismo, el 25% de los cursos tienen 21 o menos alumnos por curso⁸. Estos resultados sugieren que existe heterogeneidad en el uso de las aulas de los establecimientos la que 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.

⁶ Ver anexo 1, tabla 5.

⁷ Ver anexo 1, tabla 6.

⁸ Ver anexo 1, tabla 7.

3

Situación actual y diagnóstico

Modificación institucionalidad legal

Para comprender las necesidades actuales de infraestructura respecto al sector educación se requiere analizar los cuerpos legales vigentes que rigen su institucionalidad. En el informe ICD 2016-2025 se describió a cabalidad cuáles eran los cuerpos legales que regían el sistema de educación escolar. Luego, en el informe ICD 2018-2027 se incluyó una descripción detallada de las leyes N.º 20.845 (ley de inclusión) y N.º 21.040 (ley de nueva educación pública) que cambiaron diversos aspectos de la institucionalidad del sector Educación. En esta sección se discuten los avances en la implementación de estas leyes a la fecha y cómo impactan las necesidades de infraestructura.

El objetivo de la ley de inclusión es poner fin al lucro en la educación, fin al copago o financiamiento compartido, e instalar un sistema único y centralizado de admisión al sistema escolar que evite la discriminación arbitraria. Eso se tradujo en la entrega de mayores recursos para fortalecer la educación pública, incrementando la subvención escolar preferencial (SEP) en un 20% para todos los establecimientos que ya contaban con esta subvención. Además, estableció la categoría de alumnos preferentes para los alumnos del 3º y 4º quintil de establecimientos gratuitos que cuenten con SEP, y creó el aporte de gratuidad para alumnos de establecimientos gratuitos, con convenio SEP vigente y cuyo sostenedor sea una persona jurídica sin fines de lucro. Adicionalmente, ha permitido el arrendamiento del inmueble donde funciona el establecimiento educacional, así como la compra-venta, el uso en comodato y contrato de uso de infraestructura.

El nuevo sistema de admisión escolar implementa una asignación a través de un algoritmo de aceptación diferida en los casos que hay exceso de demanda para entrar en un establecimiento, lo que disminuye la discrecionalidad. La implementación de este nuevo sistema ha sido gradual. El año 2016 se implementó un piloto en la región de Magallanes; en el 2017 fueron las regiones de Tarapacá, Coquimbo, O'Higgins y Los Lagos; en el 2018 fueron Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Valparaíso, Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Aysén; y por último el 2019 se incorporó la Región Metropolitana. La puesta en marcha del sistema también consideró una implementación progresiva según los niveles de enseñanza, es decir, el primer año de implementación en una región ingresaron los niveles de pre-Kínder, Kínder, 1º básico, 7º básico y 1º medio y al segundo año se incorporaron el resto de los niveles. Por lo tanto, desde 2020 el sistema está totalmente operativo a lo largo del país. Todavía no cuentan con evaluaciones de impacto rigurosas que permitan determinar si es que la política pública cumplió sus objetivos.



438



Durante el proceso 2018, en los casos en que hubo exceso de demanda y fue necesario aplicar el algoritmo, el 40% de los postulantes quedó en su primera preferencia. Durante el proceso 2019 esta cifra cayó levemente al 36%. En términos globales, el 84% de los alumnos quedó asignado durante el primer proceso (Mineduc, 2019). Las cifras oficiales del proceso no han sido publicadas para los años 2020 y 2021. En un comunicado de prensa el MINEDUC indicó que para el proceso 2020, el 81,6% de los estudiantes aceptó la asignación del sistema. Más allá de los resultados cuantitativos, todavía existen desafíos vigentes en la implementación del sistema. Se ha reportado problemas en la plataforma, y falta de conocimiento efectivo de los plazos a manejar y de los procedimientos relevantes por parte de los alumnos y apoderados.

La ley de nueva educación pública creó el Sistema de Educación Pública que incluía 70 Servicios Locales de Educación Pública (SLEP) como sostenedores. Este proceso se implementaría gradualmente en dos etapas (i) 2018-2020 y (ii) 2022 al 2025. En 2021 se realizó una evaluación intermedia por parte del Consejo de Evaluación que asesora al presidente de la República en la implementación de esta ley. En este documento, se da cuenta de los avances de la implementación. Al año 2020, había 11 SLEP, instalados en 9 regiones, cubriendo 41 comunas, un total de 624 establecimientos y una matrícula de 175.177 alumnos. Según los últimos datos disponibles de matrícula, al 2021 hay 643 establecimientos y 174.871 estudiantes asignados a estos SLEP. Para la segunda etapa se implementaran los 59 SLEP restantes.

La evaluación de la implementación realizada por el consejo encontró espacios de mejora en diversas dimensiones (Mineduc, 2021). Primero se indicó que debía aumentar la eficacia de los instrumentos utilizados para regular el traspaso del servicio educacional desde el municipio al SLEP. Segundo se solicitó aumentar los recursos, al menos transitoriamente, de las instituciones participantes en el proceso de instalación de la Nueva Educación Pública. Tercero, revisar la normativa actual para identificar los nudos críticos que dificultan el cumplimiento del rol de los nuevos SLEP. Para avanzar con los tres puntos anteriores sugerían conformar una mesa de alto nivel en que participen todos los actores relevantes para lograr el éxito de la política. Finalmente, se requiere que los actores relevantes tengan un mayor nivel de información sobre este proceso por lo que se sugiere una importante campaña de comunicación.

Respecto a infraestructura el informe indica que se requiere que, los municipios provean de un diagnóstico de necesidades detallado para poder hacer un uso eficiente de los recursos asociados. Para ello se requiere que el Departamento de Educación Pública del Ministerio, los municipios, el Ministerio de Hacienda y su Dirección de Presupuestos, y los SLEP trabajen coordinadamente. Asimismo, se aprecia que los SLEP no tienen equipos técnicos suficientes para facilitar la ejecución de los proyectos de infraestructura a tiempo. Finalmente, se sugiere hacer más sencilla la tramitación de las inversiones en infraestructura y equipamiento por parte del Estado.



440



Tal como se discute en el informe ICD 2018-2027, 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 MMUS\$171 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 MMUS\$105⁹, 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 reglamento¹⁰. 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.

Observando los esfuerzos que se están realizando en términos de financiamiento de infraestructura tanto en el sistema municipal como en los SLEP, incluyendo las asignaciones del fondo de emergencia transitorio del Covid-19. Se aprecia que los fondos a infraestructura municipal han crecido en términos reales en 20% entre 2018 y 2020 y más de un tercio entre 2020 y 2021. Por su parte, los montos asociados a infraestructura SLEP se ha multiplicado por más de 27 veces entre 2018 y 2021. En suma, en términos globales entre 2018 y 2021 el presupuesto para infraestructura ha subido en 62%

Tabla 12.6: Presupuesto de inversión 2018-2021 (en MMUS\$ del 2021)

	2018	2019	2020	2021
Infraestructura Municipal	108	112	129	173
Infraestructura SLEP	3	9	22	73
Total Presupuesto infraestructura	111	121	151	246

Fuente: Mineduc

⁹ Esta cantidad corresponde aproximadamente al piso de FNDR y los recursos del programa de fortalecimiento 2017.

¹⁰ Este cuerpo legal es clave para alinear las inversiones con objetivos programáticos.



4

Progreso Brecha 2018-2027

En el ICD 2018-2027 se identificaron los requerimientos de infraestructura de la educación parvularia, básica, media científico-humanista y técnica profesional en términos de (i) redimensionar las aulas para que cuenten con mejores estándares de infraestructura, (ii) las aulas necesarias para que todos los establecimientos cuenten con jornada escolar completa (JEC) de 3ro básico en adelante, (iii) redimensionar los espacios comunes para que cuenten con mejores estándares de infraestructura (de talleres, laboratorios, centro de recursos para el aprendizaje, salas de informática), (iv) las necesidades de infraestructura relacionadas a comedores y cocina, y (v) la construcción de Gimnasios para los establecimientos educativos en unidades educativas de capacidades mayores a 400 alumnos. En particular, para (ii) y (iii) se consideraron coeficientes de espacio por unidad de superficie mayores a los mínimos que fija la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y el Decreto Supremo (DS) 548 del Ministerio de Educación. De esta forma, se estimó las necesidades de mejoramiento en función de exigencias mayores a los mínimos de los cuerpos legales vigentes¹¹.

En esta sección se analiza cuánto se ha reducido la brecha de infraestructura estimada en el informe ICD 2018-2027 al año 2021. Para ello se revisa la cartera de proyectos ejecutados entre los años 2017¹² al 2021 disponible en el Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSyF). Al revisar la cartera de proyectos se observa avances en los proyectos de reposición, construcción, ampliaciones de planta física, mejoramientos y de normalización de los establecimientos educativos. Si bien estos no incorporan todos los estándares sugeridos por el informe, si representan un mejoramiento sobre las condiciones basales previas a las intervenciones.

En este contexto, se identificaron 659 registros. De estos, descontando algunos proyectos no relacionados con el proceso educativo directo, los proyectos en etapa de perfil y diseños, todos con RS, se obtuvo una cartera 78 proyectos de inversión distintos (54 de reposición, 10 de construcción, 6 de ampliación y adecuación de espacios, 8 de normalización, 2 de mejoramiento de unidades educativas). Adicionalmente, se revisaron las iniciativas que estaban en etapas previas. Solo en diseño hay en proceso otros 20 proyectos para el año 2021. La cartera alcanza los MMUS\$409.

¹¹ El detalle de los parámetros considerados está descrito en el informe ICD 2018-2027.

¹² Se usa la información del 2017, porque el ICD de ese año contabilizó la actividad anterior al primer trimestre 2017.



Tabla 12.7: Inversión por tipo de intervención

Tipo de Proyecto	Monto MM\$	Monto MMUS\$
Reposición (54)	236.161	310
Construcción (10)	31.328	41
Ampliación y Adecuación (6)	14.485	19
Normalización (8)	27.596	36
Mejoramiento (2)	1.103	2
Total	310.672	409

Fuente: Elaboración propia en base al Banco Integrado de Proyectos (MDSyF).

Esta cartera de proyectos ha permitido el ingreso al régimen de JEC a los alumnos de los 54 proyectos de reposición, 10 de construcción y los 6 de ampliación y adecuación. Los proyectos de normalización y mejoramiento se considerarán como inversión en espacios comunes de los establecimientos educativos. Por su parte, en lo que se refiere a gimnasios, la cartera ejecutada ha incorporado un total de 9 gimnasios, lo que reduce la meta desde 995 a 986¹³.

Respecto a la estimación del cierre de la brecha de necesidades de infraestructura identificadas en el informe ICD 2018-2027, para prorratear los ítems de inversión asociados a diseños y mobiliario se considera un 3 y 5%, respectivamente. Se aprecia que la inversión estimada para el 2021 ha tenido avances, pero discretos en función de las estimaciones realizadas en el informe ICD 2018-2027. La inversión estimada para este período es menor en superficies a construir con respecto a la tarea dimensionada para el informe 2016-2025, pero mayor en costos unitarios por m², dado el incremento que han mostrado los precios del mercado de la construcción.

Tabla 12.8: Estimación cierre de la brecha de necesidades de infraestructura

Tipo De Requerimiento	2018-2027		2018-2021		Avance 2018-2021	
	Tarea 2018-2022 MMUS\$	Tarea 2023-2027 MMUS\$	N.º	MM US\$	N.º (%)	Avance Monto (%)
Aulas						
Ampliación de aulas ya existentes	313	3.703	6	18	1,92%	0,47%
Rehabilitación de aulas	384	3.006	8	33	2,08%	1,11%
Avance JEC	0	658	64	324		49,21%
Espacios Comunes						
Mejoramiento espacios educativos existentes	522	4.096	2	1	0,38%	0,03%
Cocina Comedores	122	949		0	0%	0%
Gimnasios	615	1234	9	0,009	1,46%	0%
Diseño e implementación	196	1.365	78	12,26	39,8%	0,9%
Mobiliario y Equipamiento	98	682	78	20	79,59%	3%
Inversión total	2.250	15.693		409		2,6%

Fuente: Elaboración propia en base al Banco Integrado de Proyectos (MDSyF).

¹³ Los gimnasios construidos fueron en las regiones II, VIII, IX, X y XII.

5

Requerimiento y cuantificación del déficit 2022-2031

El análisis hasta ahora permite contar con una cuantificación de los establecimientos que componen la oferta educativa y una caracterización de su matrícula y alumnos por aula. Ahora bien, para estimar las necesidades de infraestructura se requiere analizar si (i) las aulas existentes cumplen con las dimensiones de los espacios educativos adecuados, (ii) se cuenta con las aulas necesarias para proveer jornada escolar completa, (iii) si los establecimientos cuentan con los espacios de talleres, laboratorios, centro de recursos para el aprendizaje (CRA), salas de informática necesarias, (iv) si los establecimientos cuentan con la infraestructura de comedor y cocina necesarias, y (v) si los establecimientos con más de 400 alumnos tienen los gimnasios necesarios. En esta sección se cuantifica los requerimientos y déficit de infraestructura en estos ítems.

Mejoramiento estándares aulas y aulas a rehabilitar.

Para estimar la necesidad de infraestructura producto del aumento en el estándar de m^2 por alumno se procede a computar la situación actual, usando como base los datos presentados en la sección II para luego comparar con el escenario en que se dispone de $2 m^2$ /alumno¹⁴. Para estimar la capacidad instalada se ha considerado las aulas existentes (90.698), y se ha considerado una capacidad para 36 alumnos con $1,1 m^2$ por alumno y un 30% de superficie adicional para aulas de las modalidades sólo Pre-Básica y sólo Básica mientras que para los demás grupos de establecimientos se ha considerado una capacidad de 45 alumnos con $1,1 m^2$ por alumno y un 30% de superficie adicional. Por su parte, para dimensionar la situación ideal se ha considerado el parámetro de $2 m^2$ por alumno y un 30% de superficie adicional utilizando los datos de matrícula por cada modalidad de enseñanza.

Se aprecia que la superficie estimada actual equivale a los $5.785.168 m^2$ mientras que para alcanzar los distintos tipos estándar deseado se debería contar con $7.581.306 m^2$, lo que implica un déficit de $1.796.138 m^2$ a ampliar en establecimientos educativos. Además, se debe considerar que la intervención en los edificios existentes para alcanzar mejores estándares unitarios de m^2 /alumno implica transformar los espacios existentes desde el punto de vista de arquitectura e instalaciones. En los informes ICD 2016-2025 y 2018-2027 se planteó que al menos el 50% de la superficie construida en uso debería ser modificada. Por lo tanto, por rehabilitación de aulas se requeriría intervenir $2.892.584 m^2$.

¹⁴ De acuerdo con el documento "Criterios de Diseño para los Nuevos Espacios Educativos en el Marco del Fortalecimiento de la Educación Pública" del Ministerio de Educación. Disponible en: https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/4638/criterios_dise%C3%B1o_espacios_educativos.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Tabla 12.9: Incrementos por mayor parámetro de m² por alumno

Modalidad Enseñanza	Matrícula total 2021	Aulas 2021 Existentes	Superficie deseable	Superficie actual	Brecha de Superficie
Prebásica	22.503	833	58.508	42.883	15.625
Básica	65.734	3.149	170.908	162.111	8.798
Media	30.173	924	78.450	59.459	18.990
Técnica	86.486	2.828	224.864	181.982	42.882
Prebásica y Básica	965.579	33.746	2.510.505	2.171.555	338.950
Básica y Media HC	186.130	5.098	483.938	328.056	155.882
Básica y Media TP	28.989	861	75.371	55.405	19.966
Prebásica, Básica y Media HC	1.020.671	27.559	2.653.745	1.773.422	880.323
Prebásica, Básica y Media TP	38.088	1.214	99.029	78.121	20.908
Prebásica, Básica, Media HC y TP	274.616	8.068	714.002	519.176	194.826
Básica, Media HC y TP	54.270	1.737	141.102	111.776	29.326
Media HC y TP	142.636	4.675	370.854	300.836	70.017
Prebásica y Media	12	6	31	386	-355
Total	2.915.887	90.698	7.581.306	5.785.168	1.796.138

Fuente: Elaboración propia

Efecto JEC

El objetivo del sistema debería ser contar con la infraestructura suficiente para poder proveer jornada escolar completa a todos los estudiantes. La legislación vigente solo establece que esto sea así para los estudiantes de 3ro básico en adelante y para los alumnos de 1ro y 2do medio de establecimientos de alta vulnerabilidad. Para efectos de este estudio se define la necesidad en infraestructura JEC como la cantidad de aulas necesarias para poder proveer jornada escolar completa a todos los estudiantes de 3ro básico en adelante.

La metodología consiste en identificar el número de cursos que hay por establecimiento, tipo de enseñanza y jornada. Se definen dos tipos de enseñanza: parvulario y, básica y media. En términos de infraestructura, las características de las aulas son relativamente homogéneas para los cursos de párvulos y para los cursos de enseñanza básica y media, respectivamente¹⁵. Además, se cuenta con información sobre la jornada de cada uno de estos cursos. Por lo tanto, se puede determinar cuántos cursos hay en funcionamiento en la mañana y en la tarde dentro de un establecimiento. El estimador del número de aulas por cada tipo de enseñanza t , esto es, parvulario (p) y otros (o) ($t=\{p,o\}$) en el establecimiento i , viene dado por el máximo entre la suma de cursos que se hacen solo en la mañana (M) y los de doble jornada (DJ), y la suma de cursos que se hacen solo en la tarde (T) y los de doble jornada:

$$\widehat{\text{aulas}}_{i,t} = \max [M_{i,t} + DJ_{i,t}, T_{i,t} + DJ_{i,t}]$$

¹⁵ El tamaño de los muebles (mesas, sillas, etc.) en un aula de 1 básico puede ser distinto que la de la media. Ahora bien, el costo de los muebles es insignificante en comparación al costo de contar con el aula. Por lo tanto, se asume que cualquiera de las aulas podría contener a cualquier grado dentro de básica y media.

Esto permite identificar el número mínimo de aulas que se requieren para que el establecimiento i pueda proveer sus servicios por cada tipo de enseñanza t . Luego, se obtiene el estimador del número de aulas utilizadas al sumar las estimadas para cada tipo de enseñanza (párvulos y otros):

$$\overline{aulas}_i = \overline{aulas}_{i,p} + \overline{aulas}_{i,o}$$

Finalmente, para obtener el número estimado de aulas en el sistema se suman los estimadores para cada tipo de establecimiento i :

$$\overline{aulas} = \sum_{i=1}^{6.329} \overline{aulas}_i$$

Es importante notar que esta metodología permite determinar la cantidad de aulas mínima que se utilizan al mismo tiempo en un establecimiento. Sin embargo, no se observa si existe capacidad ociosa en el establecimiento, esto es, no se sabe si existen aulas que no están siendo utilizadas. Implícitamente se está asumiendo que los establecimientos están siendo utilizados a máxima capacidad.

La estimación de aulas se compara con el resultado de simular un escenario contrafactual en que todos los alumnos de 3ro básico en adelante tuvieran jornada escolar completa, esto es, que cada curso por grado, tipo de enseñanza (párvulos y otros) y establecimiento tuvieran un aula.

Así, 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 90.698 aulas en la submuestra considerada en el estudio. El 67,6% 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 de estos establecimientos (68,1%).



Tabla 12.10: Número de aulas por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Prebásica	60	64	697	0	12	833
Básica	500	869	1.627	0	153	3.149
Media	63	513	264	0	84	924
Técnica	481	1.009	671	340	327	2.828
Prebásica y Básica	5.496	15.279	9.315	0	3.656	33.746
Básica y Media HC	792	1.227	2.836	0	243	5.098
Básica y Media TP	148	158	479	20	56	861
Prebásica, Básica y Media HC	1.602	2.362	22.991	0	604	27.559
Prebásica, Básica y Media TP	71	294	759	0	90	1.214
Prebásica, Básica, Media HC y TP	764	1.436	5.592	0	276	8.068
Básica, Media HC y TP	268	647	716	37	69	1.737
Media HC y TP	622	1.928	796	906	423	4.675
Prebásica y Media	0	0	6	0	0	6
Total	10.867	25.786	46.749	1.303	5.993	90.698

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

Por otro lado, simulando la cantidad de aulas necesarias para que todos los alumnos de 3ro básico en adelante tengan jornada escolar completa, se aprecia que se necesitarían un total de 94.022 aulas para satisfacer la demanda actual.

Tabla 12.11: Número de aulas para JEC por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Prebásica	60	64	697	0	12	833
Básica	546	869	1.845	0	153	3.413
Media	63	519	296	0	84	962
Técnica	481	1.009	720	376	331	2.917
Prebásica y Básica	5.651	15.622	10.304	0	3.718	35.295
Básica y Media HC	831	1.378	3.042	0	243	5.494
Básica y Media TP	148	158	480	20	56	862
Prebásica, Básica y Media HC	1.634	2.377	23.713	0	628	28.352
Prebásica, Básica y Media TP	71	300	765	0	90	1.226
Prebásica, Básica, Media HC y TP	764	1.436	5.624	0	276	8.100
Básica, Media HC y TP	268	663	723	37	69	1.760
Media HC y TP	622	1.949	807	982	442	4.802
Prebásica y Media	0	0	6	0	0	6
Total	11.139	26.344	49.022	1.415	6.102	94.022

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

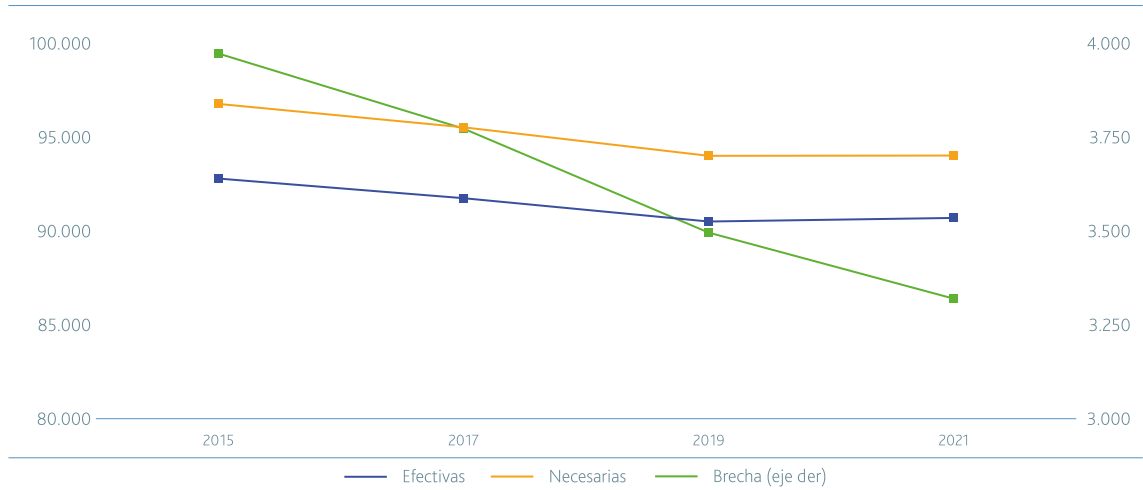
Las estimaciones anteriores permiten aproximar las necesidades de infraestructura por JEC a 3.324 aulas (94.022 - 90.698). En este contexto es importante realizar las siguientes advertencias. En primer lugar, los datos no permiten observar si existen aulas en los establecimientos que no están siendo utilizadas (capacidad ociosa). En segundo lugar, la cantidad de alumnos por curso y grado podría estar desbalanceada 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. Por lo tanto, se pueden entender estas cifras como una cota superior.

Para computar la cantidad de m² asociados a estas 3.324 aulas se asume que el formato de solución es vía nuevos establecimientos con estándares mejorados para poblaciones escolares de 1.000 alumnos promedio con 3 m² por alumno¹⁶. Tomando en consideración que el promedio de alumnos por curso es 27, entonces las necesidades de infraestructura equivalen a 269.244 m².

En ediciones anteriores de los informes ICD 2016-2025, 2018-2027 se ha estimado la necesidad de infraestructura relacionadas a la JEC. Respecto a la evolución de la cantidad de aulas necesarias para que todos los estudiantes de 3ro básico en adelante estén con jornada completa, se aprecia como ha caído entre 2015 y 2019 la cantidad de aulas efectivas (línea continua azul) y ha tenido un pequeño aumento en 2021. Por su parte las aulas necesarias han caído sistemáticamente (línea segmentada roja) y mantenido su nivel entre 2019 y 2021. Esto da por resultado una brecha (línea punteada verde) que siempre disminuye en el tiempo. La caída entre 2015 y 2017 fue de un 5%. Luego entre 2017 y 2019 de un 7,3%.



Figura 12.3: Evolución estimaciones necesidades de infraestructura JEC 2015-2021



Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

¹⁶ Otra solución podría ser considerar una ampliación del local existente con 1,1 m²/alumno más las superficies proporcionales de circulaciones y los otros recintos que son proporcionales a la cantidad de alumnos, lo que implica un coeficiente de alrededor de 2,3 m²/alumnos.

En el caso del año 2021 las necesidades de infraestructura respecto al año 2017 disminuyeron en 7,3%¹⁷. Lo interesante, es que la matrícula de la submuestra considerada aumentó en 25.600 respecto 2017, lo que podría sugerir que hubo mejoras en la reducción de la brecha al entrar nuevos establecimientos o cursos dentro de un establecimiento a la JEC. Respecto a 2015 la brecha ha caído en 12,6%¹⁸. Esto sugiere una caída en las necesidades de infraestructura por JEC.

Mejoramiento otros espacios educativos

En el informe ICD 2018-2027 se presentaron los estándares para espacios de talleres, laboratorio, CRA y sala de informática. En concreto, la ampliación de los tamaños unitarios significa una ampliación mínima de 85.8 m² para la enseñanza Pre-Básica y 253.5 m² para la Enseñanza Básica. Por su parte, el mismo ejercicio para la Enseñanza Media HC, TP o mixta implica la ampliación de los tamaños unitarios de 292.5 m².

El resultado indica que alcanzar los nuevos estándares de superficie para los espacios de talleres, laboratorio, CRA y sala de informática tiene un impacto incremental de 2.515.258 m² para el 2021. Con los datos del 2017 la estimación era de 2.635.601 m², explicada por el mayor número de establecimientos considerados en el análisis.

Tabla 12.12: Incrementos por mayores parámetros en espacios educativos

Enseñanza	Establecimientos Educativos	Total (m ²)
Parvulario	422	36.208
Básica	569	144.242
Media	84	24.570
Técnica	164	47.970
Parvulario y Básica	2.802	950.719
Básica y Media HC	287	156.702
Básica y Media TP	43	23.478
Parvulario, Básica y Media HC	1.247	787.855
Parvulario, Básica y Media TP	46	29.063
Parvulario, Básica, Media HC y TP	286	180.695
Básica, Media HC y TP	90	49.140
Media HC y TP	288	84.240
Parvulario y Media	1	378
Total	6.329	2.515.258

Fuente: Elaboración propia

¹⁷ $\left(\frac{3777-3324}{3777}\right) \cdot 100$

¹⁸ $\left(\frac{3977-3324}{3977}\right) \cdot 100$



Comedor y Cocinas

Entre los espacios de apoyo para funcionamiento de los locales escolares en régimen de JEC están los comedores y cocinas. El DS 548/88 indica que sólo se puede exigir estos recintos cuando el local escolar considera la entrega del servicio de alimentación. La entrega del servicio de alimentación sólo es exigible cuando el local escolar cuente con más de 4 aulas. El DS 548/88 no se pronuncia sobre el dimensionamiento mínimo. Asimismo, La OGUC sólo especifica indicaciones de luminosidad natural mínima, sin sugerir parámetros mínimos en torno a capacidades.

Las bases de los concursos de aporte de capital asociados a la implementación de la JEC contemplaron tamaños mínimos de 54 m² y máximo de 162 m² de comedor para los establecimientos elegibles. Posteriormente, se modificó el financiamiento dejando un valor base de 54 m² para locales con 4 aulas, más un incremento de 9 m² por cada aula adicional, con un máximo de 270 m² como superficie total de comedor¹⁹.

Para estimar la situación actual se considera la base de 54m² más 9m² por cada aula adicional. Para aproximarse a la cantidad de aulas se calcula la cantidad promedio por establecimiento para cada nivel de enseñanza. Por lo tanto, si la cantidad promedio de aulas es superior a 4, entonces se agrega los m² correspondientes. En total se contaría con 914.274m² de comedor y 274.282m² de cocina²⁰.

Para estimar la situación ideal, se considera un indicador meta de 1 m²/alumno de comedor, en un régimen de 3 turnos por establecimiento, y una superficie de cocina y recintos de apoyo equivalente al 30% de la superficie del comedor²¹. En total se requeriría contar con 1.347.975m² de comedor y 404.393m² de cocina.

Dado lo anterior, se muestra la diferencia entre la situación actual y la simulada lo que permite determinar las necesidades de infraestructura por este ítem. Se aprecia que se requieren 433.701 m² de comedor y 130.110 m² de cocina y espacios de apoyo.

¹⁹ Bases Séptimo y Octavo Concurso de Aporte de Capital Mineduc.

²⁰ Ver anexo 1, tabla 9.

²¹ Para más detalles ver informe ICD 2018-2027.

Tabla 12.13: Incrementos por mayor superficie comedor/cocina por nivel de enseñanza

Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Superficie Comedor	Cocina
Pre básica	0	0	0	0	0	0	0
Básica	1.776	-132	2.859	0	81	4.584	1.375
Media	270	2.367	630	0	405	3.672	1.102
Técnica	2.247	4.641	3.045	1.680	1.593	13.206	3.962
Pre básica y Básica	25.416	60.975	36.648	0	14.664	137.703	41.311
Básica y Media HC	4.104	6.093	13.380	0	1.125	24.702	7.411
Básica y Media TP	924	858	2.271	102	273	4.428	1.328
Pre básica, Básica y Media HC	9.774	11.274	122.817	0	2.922	146.787	44.036
Pre básica, Básica y Media TP	417	1.440	6.417	0	450	8.724	2.617
Pre básica, Básica, Media HC y TP	5.196	7.284	45.216	0	1.548	59.244	17.773
Básica, Media HC y TP	1.248	2.973	3.612	177	315	8.325	2.498
Media HC y TP	3.093	9.156	3.732	4.518	1.809	22.308	6.692
Pre básica y Media	0	0	18	0	0	18	5
Total	54.465	106.929	240.645	6.477	25.185	433.701	130.110

Fuente: Elaboración propia

Gimnasios

En el informe ICD 2016-2025 se determinó que, ante la falta de un catastro detallado por parte del Mineduc, se requería la construcción de 1.000 Gimnasios. Para llegar a este número se analizó la cantidad de establecimientos a nivel nacional que tenían más de 400 alumnos y que no eran solo Pre-básica y solo Básica, el que corresponde a cerca de un tercio de los establecimientos en la submuestra relevante. En el informe ICD 2018-2027 se constató la construcción de 5 nuevos gimnasios. Según lo indicado en la Sección II del documento, entre 2017 y 2021 se han construido 9 más, lo que reduce la meta a 986. Considerando que las dimensiones de un gimnasio son del orden de 800 m², entonces las necesidades de infraestructura equivalen a 788.800 m².

Cuantificación Inversiones Horizonte 2022-2031

Una vez identificadas las necesidades de infraestructura en los ítems bajo estudio se pueden valorizar a precios de mercado para identificar el déficit²². Adicionalmente, se incluye los costos unitarios por m² en US\$ con lo que se puede identificar el costo total por cada ítem. Por su parte, se asume un 10% del costo del proyecto asociado a diseño e implementación y 5% asociado a mobiliario y equipamiento. Con esto, las necesidades de infraestructura alcanzan los MMUS\$ 15.150. La información nos muestra que el grueso de la inversión (65,9%) debe realizarse en el periodo 2022-2026 para que los cambios institucionales tengan el soporte de espacios y medios para avanzar significativamente en los mejoramientos educativos²³.

²² Las estimaciones de recursos para el horizonte del estudio se realizan en función de la población escolar para el año base 2021. La evolución de la población escolar ha sido decreciente desde el ICD 2015-2016, salvo el 2021 con un crecimiento marginal (ver Anexo 2). En ese sentido, se hace el supuesto de que la disminución de la población escolar se netea con la llegada de población inmigrante en edad escolar.

²³ Ver anexo 1 tabla 10.

Tabla 12.14: Requerimientos de infraestructura y cuantificación del déficit 2022-2031

Tipo De Requerimiento	Superficie (m ²)	Costos US\$/m ²	Costos Totales MMUS\$		
			2022-2031	2022-2026	2027-2031
Aulas					
Avance JEC	269.244	1.938	522	522	
Ampliación de aulas ya existentes	1.796.138	1.938	3.483	3.483	
Rehabilitación de aulas	2.892.584	1211	3.505	1.753	1.753
Espacios Comunes					
Mejoramiento espacios educativos existentes	2.515.258	1.454	3.658	1.829	1.829
Cocina Comedores	563.811	1.454	820	820	
Cimnasios	788.800	1.454	1.147	574	574
Diseño e implementación			1.313	657	657
Mobiliario y Equipamiento			657	328	328
Inversión total			15.105	9.965	5.140

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.15: Requerimientos de infraestructura y cuantificación del déficit 2022-2031 a nivel regional (US\$ millones)

Región	2022-2031	2022-2026	2027-2031
Arica y Parinacota	219	151	68
Tarapacá	328	224	104
Antofagasta	573	406	167
Atacama	282	181	101
Coquimbo	684	436	248
Valparaíso	1.526	974	552
Metropolitana	5.482	3.879	1.603
O'Higgins	818	520	298
Maule	906	581	324
Ñuble	414	248	165
Biobío	1.424	939	486
La Araucanía	1.022	600	422
Los Ríos	350	193	157
Los Lagos	858	498	360
Aysén	112	65	47
Magallanes	108	68	40
Total	15.105	9.965	5.140

Fuente: Elaboración propia

El impacto del Covid-19 en la Educación en Chile

El 15 de marzo del 2020 el Presidente de la República anunció la suspensión de las clases durante dos semanas producto de la llegada del Covid-19 a Chile. Luego, dada la evolución de la pandemia se extendió la suspensión hasta el 24 de abril, disponiendo de un portal en línea ("Aprendo en Línea"), acceso a todos los textos escolares on-line, despachando material físico a aquellas zonas del país que no tienen conectividad por internet, e inaugurando la señal de televisión pública TV EducaChile para que los estudiantes de primero básico a cuarto medio continuaran con sus estudios. Asimismo, se adelantaron las vacaciones de invierno para poder contar con tiempo para la planificación de los pasos a seguir. En ese intertanto el presidente y el Ministro de Educación instaron a la vuelta a la educación presencial a fines de abril en el contexto de la "Nueva Normalidad" en el que se presentó el Plan de vueltas a clases, a lo que el gremio de profesores se opuso porque no habrían estado las condiciones de seguridad mínimas para poder tener clases presenciales.

Dado que se hizo evidente que muchos estudiantes no tenían acceso a computador y a internet, se adelantó la entrega de la beca TIC de JUNAEB que corresponde a la entrega de más de 125.000 computadores con internet pago por unos once meses, se distribuyeron más de 3.500 SIM cards a estudiantes vulnerables y se diseñó el plan "Conectividad para la educación 2030" que conectaría a más de 10.000 establecimientos de aquí a 2030 con internet de alta velocidad. Por su parte, como parte de una alianza público-privada con la Cámara de la Producción y el Comercio, se entregaron 16.475 tablets a estudiantes de la Educación Media Técnica-Profesional. Asimismo, se proveyó acceso a todos los establecimientos a Google Suite para poder hacer clases en línea. Por su parte, el 19 de mayo del 2020 se entregó una priorización curricular para responder a la pandemia.

El Ministerio de Educación junto con el Banco Mundial publicaron en septiembre del 2020 sus proyecciones del impacto del Covid-19 en resultados de aprendizaje y escolaridad en Chile. Para su estimación consideraron la cobertura de la educación a distancia, el acceso de

los estudiantes a la formación a distancia y la capacidad de aprender de forma autónoma. A la fecha del análisis solo el 40% de los establecimientos habían entregado formación a distancia de manera masiva, cifra que alcanzó el 89% en el quintil más alto de ingresos y solo un 27% en el quintil más bajo. Respecto al acceso de los estudiantes, según el último SIMCE el 87% de los estudiantes contaba con dispositivos electrónicos.

Se hizo su análisis bajo un escenario A de pérdida de un 60% del año escolar, es decir, volver a clases en septiembre 2020, y un escenario B de pérdidas de todo el año escolar, respectivamente. Se estimó que la efectividad de la educación a distancia para mitigar los efectos negativos sería de un 30% en el escenario A y 12% en el escenario B. En el caso de los establecimientos particulares pagados la efectividad en el escenario A alcanzaría el 75%, mientras que en los públicos solo el 18%. Asimismo, se estimó que la pérdida en aprendizajes sería de un 50 (64) % en el quintil más alto y de un 85 (95) % para el quintil más bajo en el escenario A (B). Por lo tanto, la pandemia tendría dos efectos, uno general sobre todos los estudiantes y un aumento de las brechas entre los estudiantes más pobres y ricos.

Al 27 de octubre del 2020 solo 219 establecimientos habían vuelto a clases presenciales. Esto sugiere que los impactos que se estimaron en el trabajo estarían más cercanos al escenario de pérdida total del año presencial. En este contexto se formó un comité asesor para la vuelta a clases que incluía miembros de la UNESCO.

Por su parte, en octubre del 2020 el Ministerio presentó sus proyecciones sobre deserción escolar en el contexto de la pandemia. La tasa de deserción en el escenario base es de 2,6%. El documento muestra la relación directa que existe entre baja asistencia y probabilidad de deserción. En particular, asumiendo una caída de 30 puntos porcentuales en la asistencia promedio, los desertores podrían llegar a 63.286, equivalente a un aumento en 50% de la tasa de deserción. Este trabajo se complementó con la creación del Mineduc de la herramienta de gestión de contacto, donde se les solicitaba a los profesores jefes mapear quiénes tenían

o no contacto con el establecimiento. De un universo de 2.307 escuelas, equivalentes a 680 mil estudiantes, se encontró que un 10,4% de los alumnos no participó en ninguna actividad virtual durante los meses de marzo a agosto. Para tratar de compensar las pérdidas de estos estudiantes en términos de contenidos, se estableció el programa "Estamos a tiempo" que buscaba en 50 días y a base de textos escolares ayudar a que los estudiantes pudieran recibir algo de la educación que había dejado de obtener, toda vez que estos alumnos eran potenciales repitentes. Finalmente, el número efectivo de desertores en 2020 fue de 39.498 niños, equivalente a un aumento del 21% en la cantidad de desertores.

En términos de infraestructura y equipos, para apoyar el retorno a clases se dispuso del plan "Yo confío en mi Escuela" en la que se concursaría MMUS\$8 para adecuar los espacios físicos para el retorno seguro a clases. Este monto creció a MMUS\$17 en enero del 2021 para cubrir la totalidad de los establecimientos que solicitaron ayuda.

Al 17 de noviembre y en concordancia con la disminución de casos en diversos lugares de Chile había 880 establecimientos abiertos en Chile. Ese mismo mes se definió que el año escolar 2021 comenzaría el 1ero de Marzo en modalidad presencial. En febrero del 2021 el ministerio publicó una revisión de literatura internacional que mostraba que la vuelta a las escuelas con protocolos de COVID no estaba asociada a un aumento de los casos en población escolar. Asimismo, el gobierno dio prioridad a los trabajadores de la educación para la vacunación empezando el 15 de febrero del 2021.

La primera semana de marzo del 2021 el 40% de los colegios abrieron sus puertas para clases presenciales. Ahora bien, producto de las cuarentenas (Fase 1 del Plan Paso a Paso) que se decretaron en diversas comunas del país los alumnos tuvieron que volver a sus hogares. Los establecimientos en cuarentena tuvieron que realizar actividades a distancia. Mientras que los otros establecimientos utilizaron diversas estrategias como la modalidad híbrida y turnos.

Los protocolos de apertura estipulaban que hubiera al menos un metro de distancia entre estudiantes en las aulas reduciendo el aforo por sala. Esto implicaba establecer turnos para que los



alumnos asistieran a clases y contar con una modalidad híbrida. Además, se requería contar con los elementos básicos de limpieza y mascarillas.

En el principio de este año escolar se realizó un Diagnóstico Integral de Aprendizajes liderado por la Agencia

de la Calidad de la Educación, en el que participaron 1.8 millones de estudiantes. Los resultados, en línea con las proyecciones realizadas por el Ministerio y Banco Mundial, encontraron que los alumnos de 6to a 4to medio no alcanzaron ni el 60% de los aprendizajes del programa priorizado en lectura, ni

el 50% en matemática. Más allá de lo académico, se detectaron graves deficiencias en el desarrollo socioemocional de los estudiantes.

A septiembre del 2021, estos eran los porcentajes (%) de apertura de colegios por regiones:

Tabla 12.16 : Porcentaje de Apertura de Establecimientos Escolares a septiembre del 2021

Región	Porcentaje (%)
Arica y Paríacota	90
Tarapacá	96
Antofagasta	57
Atacama	71
Coquimbo	79
Valparaíso	79
Metropolitana	78
O'Higgins	71
Maule	57
Nuble	92
Biobío	68
Araucanía	60
Los Ríos	47
Los Lagos	89
Aysén	100
Magallanes	74
Total	74

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc

En suma, el Covid-19 impactó la educación obligando a realizar programas no presenciales. Ahora bien, no había un nivel suficiente de medios para poder implementarse tanto por el lado de los profesores como de los estudiantes. Por su parte, los continuos cambios en la situación epidemiológica llevaron a múltiples cambios en el progreso de la vuelta a clases que es fundamental para

asegurar el aprendizaje de los alumnos. En términos de infraestructura, y dadas las nuevas reglas, se requirió tener un modelo híbrido y de turnos. En la actualidad, dado los avances de la vacunación, el ministerio no exige el metro de distancia entre alumnos en las aulas toda vez que el 80% de los alumnos del curso cuenten con el esquema de vacunación completo. Esto implica

que, siendo la vacunación y la asistencia voluntaria, paulatinamente los establecimientos podrían albergar a todos sus alumnos. De esta forma, las presiones por mayor espacio que generó la pandemia originalmente fueron de corto plazo, por lo tanto, no deberían afectar las inversiones en educación de largo plazo.





6

Recomendaciones de Acción

El presente informe se elabora en un contexto especial, donde la pandemia del COVID-19 ha golpeado las actividades del sector educación importantemente al detener los procesos educativos habituales y funcionar en un régimen mixto de actividades presenciales y no presenciales. Esta realidad que ha afectado a todo el sector tiene efectos sobre los procesos de aprendizajes cognitivos y de desarrollo destrezas en la población estudiantil.

Lamentablemente los establecimientos que educan a población más vulnerable son aquellos que mayor latencia han mostrado para reiniciar las actividades educativas. Esta situación agranda la brecha estructural y originará resultados adversos en el ciclo educacional en el mediano y largo plazo para la población afectada.

Dado que se desconoce el desarrollo que tendrá la pandemia en el corto plazo, el sector educación debe tomar todas las medidas necesarias para asegurar el cumplimiento de los programas educativos en las modalidades que corresponda, con criterios de flexibilidad pero, con compromiso de avance en los objetivos de cada ciclo escolar.

Si bien las responsabilidades del proceso educativo recae en los sostenedores de los establecimientos, el MINEDUC mediante apoyo diagnóstico y evaluación de los procesos puede detectar necesidades de ajuste y fortalecer programas que reduzcan las brechas educativas del sector y apoyar de esta forma a los sectores más vulnerables.

La evaluación de la implementación de la NEP encontró espacios de mejora en aspectos institucionales y de financiamiento, donde la coordinación entre los agentes que intervienen en el proceso y disponibilidad de información son claves para el mejoramiento de la política educativa, temática que esta en una mesa de trabajo multisectorial y que debería permitir que la etapa que comienza en 2022 tenga los ajustes para mejorar la implementación de la NEP.

Respecto a infraestructura, sigue siendo clave el disponer de un diagnóstico detallado de necesidades para optimizar la red de los SLEP.

Esta ventana de operación en formato COVID-19 que quiebra las dinámicas de habituales de los establecimientos educativos, debería ser aprovechada por los SLEP para avanzar en los estudios diagnósticos de la red educativa. Los números de alumnos promedios por cursos señalados en este informe muestran que hay espacio para optimizar el uso de la infraestructura existente, lo que podría hacer más eficiente el uso de los recursos de inversión que dispone la Ley 21.040.

Con respecto a los proyectos en etapa de preinversión, especial énfasis debería realizarse para incorporar la mirada territorial del contexto de los SLEP. El objetivo debería ser no hipertrofiar la oferta instalada para rentabilizar la inversión pública. Este análisis debe observarse con mayor detalle en los SLEP de ciudades de gran población en edad escolar.

La implementación de la NEP, es una oportunidad para ordenar las prioridades de inversión y evaluar el componente de infraestructura del proceso de des-municipalización. Los recursos disponibles deberían en esta ventana COVID-19 avanzar en la elaboración de estudios que permitan determinar la real necesidad de espacios educativos, al maximizar las disponibilidades existentes en formatos de cercanía a las poblaciones estudiantiles y adicionar sólo los espacios indispensables para otorgar los servicios educativos institucionales.





Anexo 12.1:

Tablas

Tabla 1: Resultados admisión escolar 2018 y 2019.

Postulantes Porcentaje	2018		2019	
	Postulantes	%	Postulantes	%
1era preferencia	74.993	40%	127.683	36%
2da preferencia	34.738	19%	62.684	18%
3era preferencia	16.444	9%	29.819	8%
4ta preferencia y siguientes	12.224	7%	23.584	7%
Matrícula anterior	23.123	12%	61.365	17%
Sin asignación	24.521	13%	50.209	14%
Total	186.043	100%	355.344	100%

Fuente: Mineduc

Tabla 2: Número de establecimientos según modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Prebásica	17	20	381	0	4	422
Básica	53	209	266	0	41	569
Media	5	37	37	0	5	84
Técnica	24	53	52	19	16	164
Prebásica y Básica	396	1.246	881	0	279	2.802
Básica y Media HC	36	57	180	0	14	287
Básica y Media TP	6	7	26	1	3	43
Prebásica, Básica y Media HC	66	122	1.028	0	31	1.247
Prebásica, Básica y Media TP	3	15	23	0	5	46
Prebásica, Básica, Media HC y TP	29	66	179	0	12	286
Básica, Media HC y TP	14	34	36	2	4	90
Media HC y TP	33	122	57	48	28	288
Prebásica y Media	0	0	1	0	0	1
Total	682	1.988	3.147	70	442	6.329

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.



458



ccbc

Tabla 3: Matrícula según modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Prebásica	3.060	2.139	16.930	0	374	22.503
Básica	16.918	6.595	41.631	0	590	65.734
Media	1.813	15.803	9.955	0	2.602	30.173
Técnica	14.438	27.511	23.395	12.016	9.126	86.486
Prebásica y Básica	162.578	375.090	330.406	0	97.505	965.579
Básica y Media HC	29.577	47.723	101.449	0	7.381	186.130
Básica y Media TP	4.706	4.663	17.344	588	1.688	28.989
Prebásica, Básica y Media HC	54.713	67.571	880.374	0	18.013	1.020.671
Prebásica, Básica y Media TP	1.710	6.615	27.739	0	2.024	38.088
Prebásica, Básica, Media HC y TP	21.962	34.994	210.757	0	6.903	274.616
Básica, Media HC y TP	8.655	18.030	24.437	1.019	2.129	54.270
Media HC y TP	19.343	52.285	27.858	31.637	11.513	142.636
Prebásica y Media	0	0	12	0	0	12
Total	339.473	659.019	1.712.287	45.260	159.848	2.915.887

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

Tabla 4: Caracterización primera etapa implementación Ley N°21.040 (2020)

Servicio Local	Año	Comunas	Región	Número de Establecimientos	Matrícula Pública	Matrícula Vía Transferencia de Fondos	Docentes	Asis. De la Educación
Barrancas	2018	Cerro Navia, Lo Prado, Pudahuel	Metropolitana	44	22.953	2.302	1.667	1.425
Puerto Cordillera	2018	Andacollo, Coquimbo	Coquimbo	49	13.335	685	1.145	982
Huasco	2018	Alto del Carmen, Freirina, Huasco, Vallenar	Atacama	54	12.781	386	990	969
Costa Araucanía	2018	Carahue, Nueva Imperial, Saavedra, Teodoro Schmidt, Toltén	Araucanía	75	8.711	722	880	821
Chinchorro	2019	Arica, Camarones, General Lagos, Putre	Arica y Parinacota	64	18.008	756	1.559	1.561
Gabriela Mistral	2019	La Granja, Macul, San Joaquín	Metropolitana	34	13.974	1.560	1.184	772
Andalién Sur	2019	Concepción, Chiguayante, Florida, Hualqui	Biobío	61	16.534	935	1.783	1.368
Atacama	2020	Copiapó, Caldera, Tierra Amarilla, Chañaral, Diego de Almagro	Atacama	60	28.751	1.504	1.946	1.758
Valparaíso	2020	Valparaíso, Juan Fernández	Valparaíso	55	17.725	1.413	1.795	1.283
Colchagua	2020	San Fernando, Chimbarongo, Nancagua, Placilla	O'Higgins	58	11.557	511	1.273	951
Llanquihue	2020	Fresia, Frutillar, Los Muermos, Llanquihue, Puerto Varas	Los Lagos	70	10.848	586	927	760
Total	11	41	9	624	175.177	10.910	15.140	12.650

Fuente: Mineduc



460



cehc

Tabla 5: Promedio de alumnos por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Básica	17	4	18		3	12
Media	29	30	31		27	30
Técnica	29	25	31	33	26	29
Prebásica y Básica	28	23	30		26	26
Básica y Media HC	34	33	31		29	31
Básica y Media TP	31	27	33	29	28	31
Prebásica, Básica y Media HC	33	28	35		28	34
Prebásica, Básica y Media TP	24	22	34		21	28
Prebásica, Básica, Media HC y TP	29	24	36		24	32
Básica, Media HC y TP	31	26	32	28	30	29
Media HC y TP	29	26	32	31	25	28
Prebásica y Media			2			2
Total	28	22	31	32	24	27

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

Tabla 6: Alumnos por aulas de educación parvulario por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Total
Prebásica	26	20	15		18	16
Prebásica y Básica	21	18	22		19	20
Prebásica, Básica y Media HC	25	22	28		21	27
Prebásica, Básica y Media TP	15	15	28		21	22
Prebásica, Básica, Media HC y TP	22	20	29		18	26
Prebásica y Media	0	0	2	0	0	2
Total	22	18	24		19	22

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc.

Tabla 7: Percentiles 10, 25, 50, 75 y 90 de alumnos por aulas por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Modalidad Enseñanza	P10	P25	P50	P75	P90	Total
Básica	1	2	3	22	34	12
Media	21	27	29	35	41	30
Técnica	17	22	29	35	39	29
Prebásica y Básica	14	20	27	33	38	26
Básica y Media HC	20	26	33	39	42	31
Básica y Media TP	20	27	33	38	41	31
Prebásica, Básica y Media HC	25	31	35	39	43	34
Prebásica, Básica y Media TP	17	21	29	36	39	28
Prebásica, Básica, Media HC y TP	20	26	33	38	41	32
Básica, Media HC y TP	19	25	29	34	39	29
Media HC y TP	20	24	28	33	37	28
Prebásica y Media	2	2	2	2	2	2
Total	12	21	29	35	40	27

Fuente: Elaboración propia en base a información Mineduc

Tabla 8: Estimación capacidad Instalada comedores y cocinas por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Superficie Comedor	Cocina
Parvularia		0	0	0	0	0	0
Básica	5.724	13.167	21.546	0	2.214	42.651	12.795
Media	675	5.328	3.330	0	855	10.188	3.056
Técnica	4.968	10.494	7.020	3.420	3.312	29.214	8.764
Parvularia y Básica	57.024	168.210	103.077	0	40.176	368.487	110.546
Básica y Media HC	7.776	12.312	29.160	0	2.520	51.768	15.530
Básica y Media TP	1.296	1.512	4.914	198	567	8.487	2.546
Parvularia, Básica y Media HC	14.256	24.156	222.048	0	6.138	266.598	79.979
Parvularia, Básica y Media TP	648	2.970	4.968	0	900	9.486	2.846
Parvularia, Básica, Media HC y TP	6.264	14.256	38.664	0	2.592	61.776	18.533
Básica, Media HC y TP	2.772	6.732	7.128	378	720	17.730	5.319
Media HC y TP	6.237	19.764	8.208	9.072	4.536	47.817	14.345
Parvularia y Media	0	0	72	0	0	72	22
Total	107.640	278.901	450.135	13.068	64.530	914.274	274.282

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Estimación superficie total comedor/cocina por modalidad de enseñanza y dependencia (abril 2021)

Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvencionado	Administración Delegada	Servicio Local	Superficie Comedor	Cocina
Pre básica	0	0	0	0	0	0	0
Básica	7.500	13.035	24.405	0	2.295	47.235	14.171
Media	945	7.695	3.960	0	1.260	13.860	4.158
Técnica	7.215	15.135	10.065	5.100	4.905	42.420	12.726
Pre básica y Básica	82.440	229.185	139.725	0	54.840	506.190	151.857
Básica y Media HC	11.880	18.405	42.540	0	3.645	76.470	22.941
Básica y Media TP	2.220	2.370	7.185	300	840	12.915	3.875
Pre básica, Básica y Media HC	24.030	35.430	344.865	0	9.060	413.385	124.016
Pre básica, Básica y Media TP	1.065	4.410	11.385	0	1.350	18.210	5.463
Pre básica, Básica, Media HC y TP	11.460	21.540	83.880	0	4.140	121.020	36.306
Básica, Media HC y TP	4.020	9.705	10.740	555	1.035	26.055	7.817
Media HC y TP	9.330	28.920	11.940	13.590	6.345	70.125	21.038
Pre básica y Media	0	0	90	0	0	90	27
Total	162.105	385.830	690.780	19.545	89.715	1.347.975	404.393

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Flujo de inversiones MMUS\$ 2022-2031

Actividades	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	Total MMUS\$
Aulas											
Avance JEC	104	104	104	104	104						522
Ampliación de aulas ya existentes	697	697	697	697	697						3.483
Rehabilitación de aulas	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	3.505
Espacios Comunes											
Mejoramiento espacios educativos existentes	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	3.658
Cocina Comedores	164	164	164	164	164						820
Gimnasios	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	1.147
Diseño e implementación	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	1.313
Mobiliario y Equipamiento	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	657
Inversión total	1.993	1.993	1.993	1.993	1.993	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	15.105

Fuente: Elaboración propia

Proyecciones de población



464



Para poder proyectar las necesidades de infraestructura se debe tomar en consideración cuáles son las proyecciones de la población relevante para el período bajo estudio. El Instituto Nacional de Estadísticas en 2017 realizó un Censo que permitió actualizar las proyecciones de población a nivel nacional y regional. A nivel nacional se espera una caída del 6,7% en la población menor a 14 años entre 2022 y 2031 equivalente a 271.856 menos individuos. Por su parte, según datos del CELADE entre 2020 y 2030 la población menor de 19 años caerá en 7,8% equivalente a 388.000 menos individuos.

En el presente anexo se presentan las tasas de crecimiento de la población regional según las proyecciones del INE. Se aprecia que las regiones de Arica y Parinacota, Atacama, Biobío, la Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén tienen caídas por sobre el 10 por ciento en los menores de 14 años en el período bajo análisis, destacando las caídas de 14,2 y 15,2% de Atacama y Aysén, respectivamente. En contraste, la Región Metropolitana tiene una proyección de caída de solo 3,3%.

Tabla A: Tasas de crecimiento de la población regional para el rango de 0 a 14 años.

Región	Tasa (%)
Arica y Parinacota	-10,2%
Tarapacá	-2,0%
Antofagasta	-8,7%
Atacama	-14,2%
Coquimbo	-6,8%
Valparaíso	-7,7%
Metropolitana	-3,3%
O'Higgins	-8,4%
Maule	-6,2%
Ñuble	-9,8%
Biobío	-12,1%
La Araucanía	-10,0%
Los Ríos	-10,2%
Los Lagos	-11,5%
Aysén	-15,2%
Magallanes	-9,4%
Total	-6,7%

Fuente: Elaboración propia en base a información del INE.



INFRAESTRUCTURA
CRÍTICA PARA
EL DESARROLLO
2022-2031

