

Estudio de productividad:



Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales

Octubre 2020



Matrix
Consulting

El presente documento es un resumen del trabajo realizado por Matrix Consulting para la Cámara Chilena de la Construcción, en colaboración con actores de la industria y la Comisión Nacional de Productividad. Las conclusiones y recomendaciones -que buscan generar propuestas para impulsar la productividad del sector a estándares mundiales- están fundamentadas en un análisis y benchmark internacional, que reúne la información de 100 obras en Chile¹ y 40 en el extranjero, y más de 400 entrevistas y talleres, realizados entre octubre de 2019 y septiembre de 2020.

1. Las obras incluidas fueron terminadas entre enero de 2016 y el tercer trimestre de 2019.



Contenido

04

Resumen

06

1. Objetivos, etapas, alcance

08

2. Productividad en la construcción y su potencial

12

3. Benchmark internacional y hallazgos

16

4. Resultados y hallazgos

19

4.1. Diseño, gestión y ejecución

22

4.2. Tecnologías y metodologías constructivas

29

4.3. Sostenibilidad

34

4.4. Capital humano

40

4.5. Institucionalidad y regulación

46

5. La Construcción, su futuro y el impacto del COVID -19 y su potencial

50

6. Recomendaciones

53

Palancas a nivel de la empresa

56

Palancas a nivel del sector

58

Palancas a nivel país

70

Agradecimientos



Resumen

A nivel mundial, la productividad en la industria de la construcción exhibe un rezago respecto al resto de la economía en general², y Chile no es la excepción. Entre 2000 y 2018 el incremento de la productividad laboral de la economía chilena aumentó en un 20%, en cambio, la de la construcción prácticamente no experimentó variación³.

Países como Reino Unido, Japón, Alemania, y España lograron revertir este fenómeno de rezago en los últimos años, incrementando sus resultados y recuperando el terreno perdido frente a otras industrias. Adicionalmente, al comparar la productividad de la construcción local, esta alcanza a un tercio del promedio de los países OCDE.

El benchmark realizado en este estudio confirma este diagnóstico macro a nivel de obras individuales, donde los referentes internacionales logran una productividad promedio de un 53% y un 220% mayor para edificaciones en altura y obras viales, respectivamente⁴. Además, dentro de la muestra nacional, se observa una alta dispersión en la productividad, lo que evidencia oportunidades dentro del sistema local que se están desperdiciando.

Estas problemáticas encuentran su raíz en múltiples causas que se abordan en este estudio: excelencia a lo largo de la cadena de valor (diseño, planificación y ejecución); adopción y desarrollo de metodologías y tecnologías constructivas; disponibilidad de capital humano capacitado; una regulación eficiente y la existencia de prácticas de sostenibilidad. Para cada una de estas dimensiones se han levantado indicadores, casos, y experiencias internacionales que señalan brechas significativas, pero también caminos a recorrer.

A este diagnóstico, iniciado en 2019, se sumó el impacto del COVID-19, uno de los shocks más duros para la industria en décadas. Más allá del efecto en la productividad de corto plazo, es esperable que las medidas adoptadas para responder a la pandemia sirvan para acelerar cambios más profundos en la industria. Por ejemplo, reducir la exposición de mano de obra presencial en los sitios de construcción para prevenir contagios e impulsar la digitalización de procesos o el uso de prefabricados, acotando el trabajo en obra a tareas de montaje.

Este estudio busca mostrar la trascendencia que tiene la productividad en la industria, pero también colocarla en el centro de la empresa y de la regulación, comprendiendo que es la única vía para un desarrollo y crecimiento sostenido en el tiempo, tanto para la industria como para sus colaboradores.

A lo que se suma reconocer que existen condiciones estructurales que dificultan generar y capturar mejoras en productividad, tales como la fragmentación de la cadena de valor; la baja escalabilidad (modelo de negocio en base a proyectos independientes); la atomización de sus actores y largos ciclos de ejecución en los proyectos. Cualquier iniciativa debe tomar estas particularidades en consideración.

2. En las últimas 2 décadas, el crecimiento de la productividad en las economías OCDE ha sido cercana al 2% anual, pero si se considera solo la industria de la construcción, este aumento ha sido en torno al 1% anual (productividad medida como valor agregado por hora trabajada, a precios constantes). Fuente: OCDE; análisis Matrix Consulting.

3. Fuente: OCDE; análisis Matrix Consulting.

4. Fuente: Estudio de Benchmark de Productividad, muestra nacional e internacional, Análisis Matrix Consulting.

Esto lleva a una palanca clave para el sector, la colaboración multilateral entre empresas constructoras, proveedores, sector público y privado; un desafío que debe abordarse si se quieren alinear intereses y acelerar la productividad. Al mismo tiempo, romper el statu quo requiere otras capacidades en las personas, especialmente para adaptarse a nuevos requerimientos y explotar el potencial de las nuevas tecnologías, en una industria particularmente poco digitalizada. La regulación, que no ha sufrido actualizaciones significativas en décadas, debe renovarse para acompañar y facilitar los avances en eficiencia, en especial para el sector de las obras de infraestructura pública, donde se estima que más del 65% de los aumentos en productividad pueden venir por mejoras en la regulación, la gestión pública y condiciones a nivel país.

La meta para dar un primer paso y alcanzar a países referentes sería multiplicar la productividad agregada del sector por 1,65 veces; en cifras, dar un salto de los USD 19.760 millones a USD 32.600 millones en el PIB de la industria.

Así como países líderes en la construcción lograron revertir el rezago en productividad, de la misma forma es posible realizarlo en Chile. Los análisis muestran que existen barreras que dificultan que hoy podamos dar el salto, pero según muestran los casos internacionales es un mito que las condiciones sísmicas, de aislación geográfica, o de tamaño de mercado, por nombrar sólo algunos ejemplos, sean un impedimento.



Este estudio propone 9 grandes palancas que agrupan propuestas a nivel de empresa, sector y país, para cerrar brechas e impulsar la productividad de la construcción en Chile a estándares mundiales.

A **nivel de las empresas**, las iniciativas buscan asegurar la excelencia a lo largo de la cadena de valor, mediante la integración y colaboración entre todos los actores, apoyados en la digitalización e industrialización del proceso constructivo. **Para el sector**, las palancas se sostienen en la capacidad de articular a la industria para impulsar la adopción de tecnologías y desarrollar a proveedores de alto estándar, junto con generar un marco que entregue sostenibilidad de largo plazo. También se apunta a un esfuerzo coordinado por involucrarse en la formación técnica y profesional para desarrollar las competencias claves requeridas por el sector. En las iniciativas a **nivel país**, también se aborda la formación de capital humano de excelencia y los mecanismos para su capacitación. Por último, se proponen mejoras para alinear a la institucionalidad y contar con una regulación, que sea realmente aliada de la productividad.

1. Objetivos, etapas, alcance





Con el objetivo de impulsar la productividad de la industria de la construcción en Chile a estándares mundiales, se analiza en profundidad las brechas en productividad de la construcción tanto dentro de Chile como respecto a países referentes⁵, junto con los factores que pueden determinarlas. En base a este diagnóstico, se proponen recomendaciones específicas que permitan dar un salto en eficiencia.

El estudio contempló la elaboración de un benchmark internacional de productividad a nivel de obras y empresas, que tuvo como alcance proyectos de edificación en altura y de infraestructura vial. En la muestra participaron 25 constructoras que operan en Chile que aportaron datos de cerca de 100 obras⁶, los cuales permitieron construir indicadores para medir la productividad y generar un diagnóstico sobre las múltiples causas que inciden en el resultado productivo. Se midieron más de 300 variables y se recopilaron más de 18 millones de puntos de información.

Respecto a países referentes, participaron 40 empresas internacionales y se complementó el análisis con levantamiento de prácticas, casos de éxito y políticas públicas que han permitido a la industria de la construcción global cerrar brechas en productividad.



Junto con este levantamiento, se generaron más de 400 entrevistas, mesas de trabajo, y talleres con expertos de la academia; de la industria y del sector público, para abordar temáticas específicas y generar recomendaciones atinentes a la realidad país.

Este estudio, además, se enmarca en un esfuerzo de colaboración con la Comisión Nacional de Productividad que, desde el sector público, está realizando propuestas para incrementar la productividad de la industria.

5. Para efectos de este estudio los países considerados como referentes son: Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Japón, Nueva Zelanda, Reino Unido, Singapur y Suecia. Estos fueron seleccionados según sus indicadores de productividad, marco regulatorio, y su desempeño en indicadores específicos relacionados a adopción tecnológica, capital humano, y sostenibilidad, entre otros.

6. Las obras incluidas fueron terminadas entre enero de 2016 y el tercer trimestre de 2019.

2. Productividad en la construcción y su potencial





Productividad ¿cuándo?

La construcción en Chile, tal como a nivel global, es una industria vital para la economía y su desarrollo. Es el sexto empleador a nivel nacional, con 728 mil ocupados y concentra el 63% de la inversión nacional⁷. Por ello, ocuparse de la productividad del sector es sumamente relevante.

El rezago en productividad es un fenómeno global del cual nuestro país no está ajeno. A nivel macro, los indicadores muestran que en Chile se encuentra estancada desde hace 10-15 años, mientras que, en el resto de la economía, ésta ha aumentado⁸. El bajo nivel de productividad local respecto a países OCDE presenta un llamado de alerta. En promedio, para generar el mismo valor en la construcción, en Chile se requieren 10 trabajadores mientras que en el promedio de la OCDE se requieren sólo 6. Este estudio aborda parte de los factores que explican estas diferencias.

Pero fuera de las condiciones propias del país, existen dinámicas estructurales en la industria que dificultan generar y capturar ganancias en productividad: La fragmentación de la cadena de valor, la atomización de agentes, el modelo de negocio por proyectos independientes y hechos a la medida, y sus largos ciclos de desarrollo. Estas dinámicas pueden bloquear las ganancias en eficiencia de largo plazo al desalinear incentivos para que esfuerzos, riesgos y potenciales beneficios sean compartidos a través de la cadena de valor. Estas condiciones estructurales que desfavorecen la colaboración, son las que dan pie para que esfuerzos a nivel de industria y país sean los que logren articular al sector para capturar el potencial beneficio.

Afortunadamente, existe evidencia de que es posible acortar las brechas en productividad en la construcción. Países como Reino Unido, Japón, Alemania y España,

han logrado revertir la tendencia de la construcción en la última década y acercarse a niveles del resto de sus industrias.

Este desafío no es algo nuevo. Los datos evidencian esta tendencia desde hace poco más de una década. Sin embargo, posicionar a la productividad como eje central de la industria ha tomado tiempo. Parte de las ineficiencias y aumentos en costos para obras de edificación han podido ser absorbidos gracias a un incremento en precios de mayor magnitud⁹. Pero nada asegura que este comportamiento se repita en el futuro. De hecho, shocks como los generados por la crisis sanitaria del COVID-19 podrían desencadenar fuertes cambios en la demanda o capacidad productiva.

Casos internacionales muestran que industrias de países que han enfrentado presiones o amenazas fuertes, tales como escasez de mano de obra calificada, aumento en costos laborales, mayores exigencias regulatorias, o la disrupción de nuevos competidores, han respondido reorganizando sus recursos y capacidades disponibles.

Por ejemplo, Australia, con un alto costo de mano de obra en la construcción (casi el doble que Chile¹⁰), impulsó la prefabricación apalancándose en la infraestructura y experiencia manufacturera de su industria automotriz, que estaba siendo desplazada por productores asiáticos. La escasez de mano de obra en Singapur llevó a una alta dependencia de trabajadores extranjeros poco capacitados. Para revertir esta situación incluyeron la productividad en la construcción como prioridad nacional desde el

7. Formación Bruta de Capital Fijo. Fuente: Banco Central, 2018.

8. Productividad medida como Valor Agregado en miles de USD por hora trabajada. Fuente: OCDE.

9. Mientras el Índice de costo de edificación tipo medio ha crecido un 4,9% anualmente desde 2004 a 2018, el Índice real de precios de vivienda lo ha hecho un 5,8% en el mismo período. Fuente: Cámara Chilena de la Construcción.

10. La remuneración promedio en la construcción en Chile es 2,1 veces el sueldo mínimo, mientras que en Australia esta relación es de 4,0 veces. Fuente: Australian Bureau of Statistics; International Construction Market Survey de Turner and Townsend; Análisis Matrix Consulting.

Estado. En la misma línea, Suecia, al no contar con suficientes carpinteros capacitados, ha desarrollado un mercado de prefabricados en madera integrando productores madereros a la cadena de valor.

Estas amenazas pueden ser llevadas a la realidad de la empresa en Chile, modelando los flujos de una obra de edificación promedio del benchmark nacional. Si se toma como supuesto un escenario donde se reduce la jornada laboral a 40 horas¹¹ y, junto con eso, el costo de mano de obra aumenta a la misma velocidad que lo ha hecho en los últimos 10 años¹², la combinación de ambos efectos podría reducir los márgenes de las constructoras en un 66%. Contrarrestar este impacto necesita de un incremento del 17% en la productividad laboral en obra.

Entonces a la pregunta “productividad ¿cuándo?”, la respuesta es: ahora. Pero no sólo por lo que peligra o está en juego, sino por el enorme beneficio que podría conseguirse para la industria y el país, especialmente en un escenario de crisis económica causado por la actual pandemia.

Potencial de productividad

Si se proyecta un escenario de productividad media alta en la construcción, similar al de países como Alemania, Reino Unido y Estados Unidos, Chile podría aumentar su PIB en aproximadamente USD 12.850 millones, desde los USD 19.760 millones actuales¹³. Este incremento se distribuye entre obras de edificación e infraestructura, de acuerdo a la composición actual de la matriz productiva de la industria.

Este crecimiento podría generar un impacto tremendamente significativo para la calidad de vida de los chilenos. En términos físicos, utilizando los mismos recursos que la construcción emplea actualmente, equivale a construir adicionalmente cada año, más de 52 mil viviendas para 155 mil personas y 1.500 km de rutas pavimentadas, cerca del 40% de la Ruta 5.

La pregunta inmediata es cómo lograr materializar este potencial. Al analizar los factores que explican los niveles de productividad en las obras participantes del estudio, se pueden identificar diferencias en las fuentes de este incremento. En el sector de edificación, aproximadamente un 80% viene de elementos gestionados internamente por las empresas, tales como la planificación, la constructibilidad de los diseños¹⁴, eficiencia en la ejecución, y la gestión del capital y las personas; y un 20% de causas externas, tales como condiciones institucionales a nivel país, la regulación del sector, y el capital humano disponible.

Sin embargo, esta relación se invierte en el sector de infraestructura, donde aproximadamente un 65% provendría de causas externas y un 35% de factores internos. Esta mayor preponderancia de las causas externas puede explicarse por la relevancia del Estado en obras de infraestructura pública, dado su doble papel de mandante y regulador. Este aspecto es abordado en mayor profundidad en la sección de hallazgos y resultados respecto a regulación.

11. Medida puede aumentar costos laborales en la construcción en un 11%. Fuente: Informe MACH 51, Cámara Chilena de la Construcción.

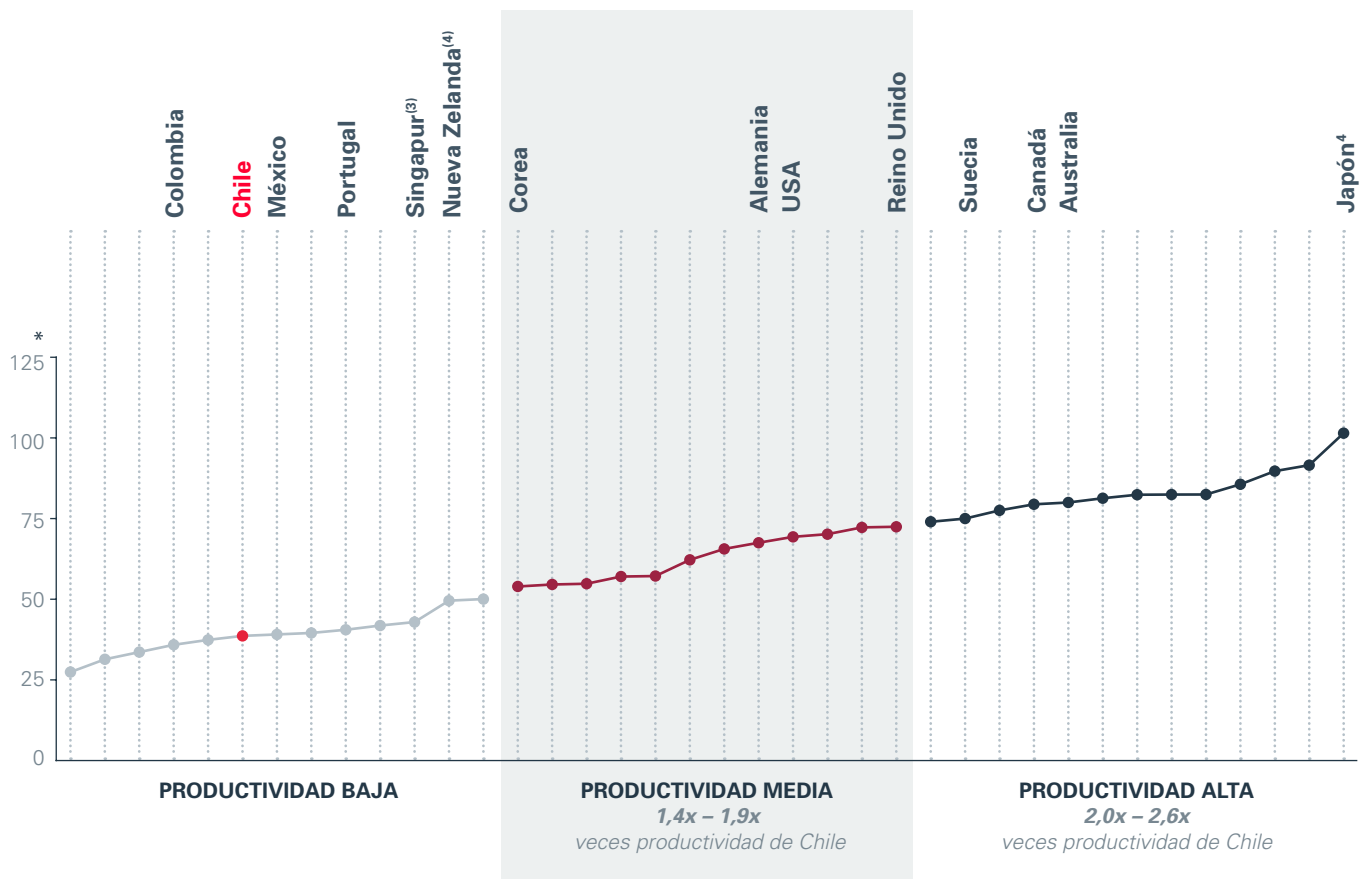
12. Promedio de aumento anual 2010-2019 es de 5,8%. Fuente: Índice de Costo de la Mano de Obra (ICMO), para la Construcción, INE.

13. Estimación en base a productividad de países OCDE y actual de Chile, medida como valor agregado por trabajador ocupado en la industria. Fuente: OCDE y Banco Central de Chile.

14. La constructibilidad en el ámbito del diseño, en el marco de este estudio, se entiende como el nivel de complejidad para ejecutar o construir un determinado diseño y, por lo tanto, la productividad que en particular permite.

Productividad laboral en la construcción, valor agregado por trabajador¹

*Miles de USD por trabajador, 2017. Precios constantes, ajustado por PPP²



Fuente: OECD; Gobierno de Singapur; Análisis Matrix Consulting

(1) Valor agregado de la industria de la construcción a precios constantes, según la cantidad de trabajadores del sector (GVA in construction – ISIC rev4).

(2) Paridad del poder adquisitivo (PPP por sus siglas en inglés), ajustado como base al año 2015.

(3) Valor de Singapur es referencial y fue calculado según el valor agregado por trabajador en la construcción informado por el Gobierno de Singapur, ajustado a dólares al tipo de cambio promedio de 2017, informado por el *Monetary Authority of Singapore* y ajustado al PPP de 2015 según la OCDE.

(4) Utiliza dato 2016, el más reciente disponible para la serie.

3. Benchmark internacional y hallazgos





El benchmark internacional permite confirmar, a nivel operacional y de proyectos, la brecha con respecto a países referentes, tanto en obras de edificación como de infraestructura vial.

En edificación¹⁵, las obras nacionales presentan en promedio un indicador de 0,24 m² persona-día, mientras que la muestra internacional es de una media de 0,37 m² por persona-día¹⁶; un 53% mayor. En términos simples, si un edificio promedio de la muestra nacional es de 13 pisos, alcanzar el nivel de productividad de países referentes podría significar adicionar 6 pisos, empleando la misma cantidad de personas.

Pero esta brecha tiene un impacto tangible en los resultados de las obras locales, las cuales logran menores márgenes (a nivel de la constructora) y mayores atrasos en promedio que sus referentes internacionales. Si para un edificio local el tiempo de construcción promedio, desde la excavación a su entrega, es de 22 meses, su atraso¹⁷ es de 4 meses; mientras que, para una obra internacional, esta demora es de sólo 75 días y con un margen de ganancia un 66% mayor.

Más allá de las causas de estas diferencias, se pueden encontrar algunas relaciones interesantes en los datos. Por ejemplo, que la productividad es más alta para edificaciones dirigidas a segmentos de ingresos medio-bajo, de más pisos y de mayor superficie construida. Estas 3 relaciones confirman lo que la experiencia práctica suele señalar, de que habría ganancias en eficiencia por la estandarización, simplicidad, y por economías de escala, provenientes de la repetición y el aprendizaje en sitio.

Análogamente, las **obras de infraestructura vial** locales¹⁸, tanto públicas como privadas, son menos productivas. Midiendo la productividad como el valor agregado¹⁹, obras nacionales promedian USD 99 por persona-día, mientras que en la muestra internacional es de USD 317 por persona-día, un 220% mayor.

Esta mayor productividad tiene su correlativo en márgenes de ganancia un 78% mayores y en desvíos de plazos de tan solo un tercio del de las obras locales. Al igual que en edificación, se observan economías de escala en proyectos más grandes, donde contratos de más de CLP 10.000 millones alcanzan hasta un 50% más de productividad que aquellos entre CLP 1.000 a CLP 5.000 millones. Se observa también que las modificaciones de contratos, que inciden en la adherencia a los programas de las obras, están asociadas a una menor productividad: por cada modificación, la venta por hora trabajada disminuye un 7%.

15. Muestra considera obras de edificación en altura destinadas a viviendas cuyo material predominante es el hormigón. En promedio, las edificaciones de la muestra nacional tienen una altura de 13 pisos y cerca de 16.000 m² de superficie construida.

16. Indicador de productividad laboral mide el rendimiento físico de la obra, aislando efectos de precios y costos, propios de las dinámicas de mercado de cada país. Considera a todos los trabajadores en el sitio de construcción, tanto mano de obra directa como indirecta, incluyendo la administración en terreno (p.e.: oficina técnica, administrador de obra, entre otros). Incluye colaboradores propios y subcontratados, desde las obras previas hasta la recepción final del edificio. El indicador considera una corrección por pisos de subterráneos, la cual no se aplica al comparar con obras internacionales para asegurar comparabilidad.

17. Promedio de tiempo de atraso considera sólo aquellas obras que se entregaron fuera de plazo.

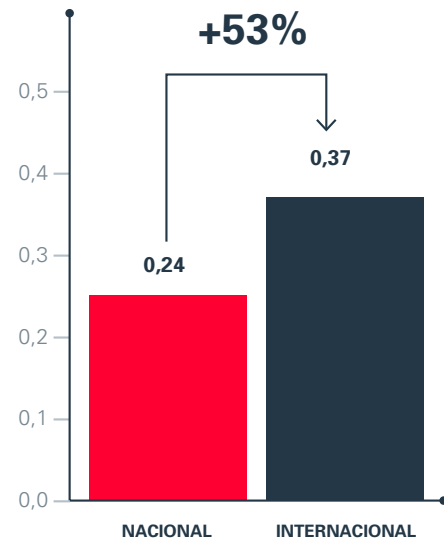
18. Corresponde a trabajos de mejoramiento, conservación, construcción, reposición y ampliación, longitud promedio de 12 km y presupuesto promedio de CLP 9.370 MM.

19. Valor agregado considera la utilidad del proyecto y el gasto en remuneraciones. Es medido en dólares y corregido por el poder de paridad de compra de cada país.



Productividad de obras de Edificación en Altura.

M2 por persona-día

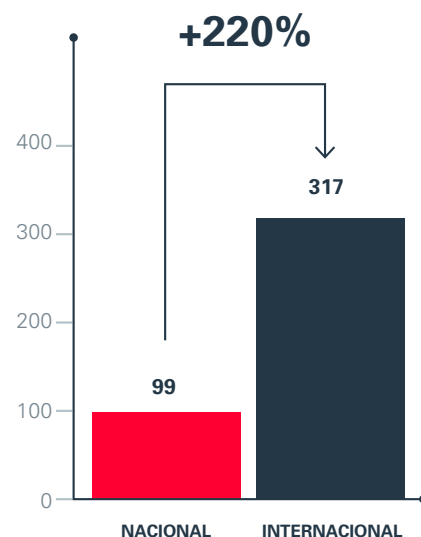


Dentro de la muestra local, tanto de edificación en altura como de infraestructura vial, se observa una amplia variabilidad en su productividad, incluso llegando a tener resultados similares al promedio internacional, en el caso de edificación.

Más aún, dentro de una misma empresa, existen obras que se ubican en distintos tramos de eficiencia. Esto indica una oportunidad para nivelar hacia arriba el desempeño local, con las mismas herramientas y condiciones de entorno ya existentes.

Productividad de obras de Infraestructura vial.

Valor agregado¹, USD² por persona-día



Fuente: Estudio de Benchmark de Productividad, muestra nacional e internacional; Análisis Matrix Consulting.

(1) Considera la utilidad del proyecto y el gasto en mano de obra.

(2) Corregido por paridad del poder adquisitivo para cada país.



4. Resultados y hallazgos





En un proyecto de construcción, de cualquier naturaleza, interactúan innumerables factores que determinan su resultado. Muchos de ellos no están bajo el control de la constructora, o ni siquiera del mandante, como pueden ser el entorno regulatorio o la disponibilidad de mano de obra calificada. Pero otros factores sí dependen de ellos, como el diseño de los proyectos, la calidad en la ejecución, o la implementación de ciertas prácticas de gestión. Identificar palancas para dar un salto en productividad, requiere de un análisis de ambos.

Los principales factores abordados pueden agruparse en 5 temáticas: diseño, gestión y ejecución; adopción y desarrollo de tecnología y metodologías constructivas; sostenibilidad ambiental y social; capital humano; e institucionalidad y regulación.

En una revisión exhaustiva se observa que los países referentes tienen un desempeño consistentemente superior al de Chile en las múltiples dimensiones. Y si bien no existe una única receta hacia una mayor productividad en la construcción, todas ellas tienen ingredientes similares en distintas proporciones.

Un primer hallazgo que sobresale al querer analizar cuantitativamente estos factores, es la calidad y disponibilidad de la información, especialmente a nivel de obras. En la industria, suelen observarse indicadores como rentabilidad, plazos, valor ganado, o curvas de avance, los cuales, si bien no tienen metodología de medición estandarizada que permita comparar el desempeño a nivel industria, sí entregan información para ser analizados. Pero indicadores de productividad como superficie construida por persona-día o valor agregado por trabajador, no se miden con frecuencia

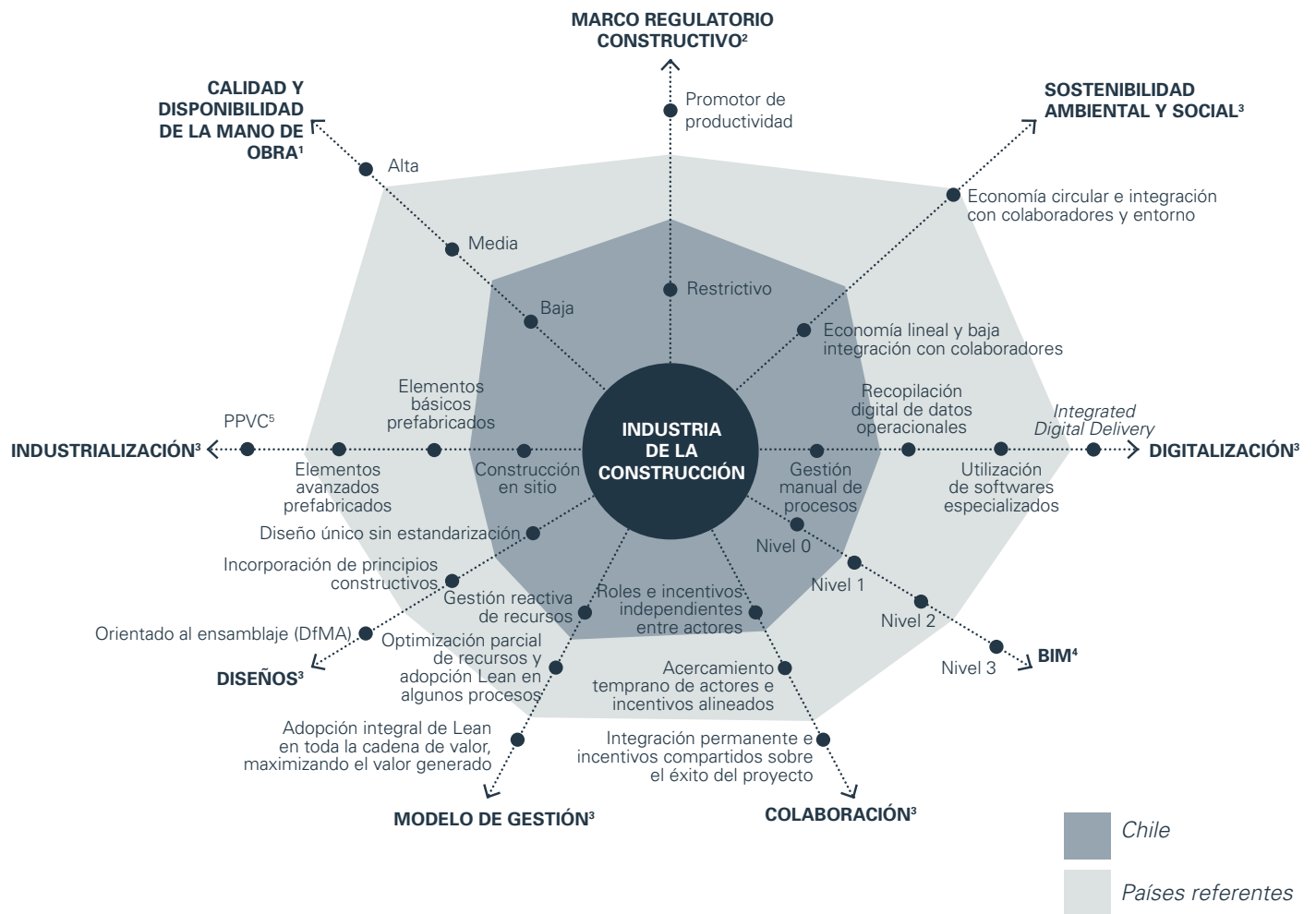


y la información para construirlos suele encontrarse dispersa en las empresas y raramente estructurada. Por ejemplo, el seguimiento de personas- días - clave para medir productividad laboral-, requiere conocer las jornadas trabajadas, tanto indirectas como directas, incluyendo personal propio y subcontratado. Esta información se encuentra en libros de asistencia (físicos y digitales) y planillas de pago, pero es prácticamente inexistente para personal subcontratado. Lo mismo ocurre con los datos de utilización de la maquinaria en obras viales, esenciales para medir la eficiencia en el uso de capital. Usualmente, empresas cuentan con información de la disponibilidad (tiempo de arriendo) a través de estados de pago o facturas.

Este diagnóstico es una nota de alerta en momentos que la digitalización se inserta cada vez más y de modo muy acelerado en otras industrias. La pandemia además ha acelerado fuertemente esta innovación. Las empresas confían cada vez más en los datos para la toma de decisiones estratégicas y en la optimización de sus recursos. En este aspecto, una tarea pendiente para nuestro rubro es la captura digital de datos operacionales, su estructuración y disponibilidad para el análisis.

Este estudio es un avance en la generación de indicadores que permitan comparar, válidamente, el desempeño de distintas obras y empresas bajo una medición y metodología estándar.

Dimensiones clave y diagnóstico de la industria



Fuente: Análisis Matrix Consulting.

(1) Según índice de escasez de mano de obra debidamente capacitada (*skilled labour*) para la industria de la construcción de la OECD, referido a las habilidades técnicas (2017); (2) Basado en un promedio de la posición relativa de los países en tres índices regulatorios en 2019: Carga regulatoria (*Doing Business*), facilidad para hacer cumplir contrato y facilidad de tramitación de permisos de construcción (*World Economic Forum*); ranking ajustado incluyendo únicamente países OCDE, además de Singapur (3) Graduación realizada por Matrix Consulting en base a datos recopilados para la creación de benchmark nacional e internacional, entrevistas realizadas a expertos en Chile y países referentes e información pública entregada por gobiernos de países referentes; (4) Nivel 0 considera modelos 2D sin colaboración. Nivel 1 se refiere a la utilización de modelos 2D o 3D sin colaboración. Nivel 2 considera la planificación del proyecto y la estimación de cantidades y costos a partir del modelo digital, Nivel 3 considera colaboración total entre todos los actores mediante un modelo único en un ambiente cloud; (5) Construcciones modulares, prefabricadas y preterminadas fuera de sitio.

4.1 Diseño, gestión y ejecución

El partido de la productividad se juega desde el minuto cero, y las primeras decisiones tienen gran impacto a lo largo del proyecto. Así, entre el desarrollo y diseño, y la planificación y ejecución, ocurren pérdidas en eficiencia que difícilmente pueden ser remontadas.

Por eso, la productividad debe incorporarse desde la concepción de una obra, asumiendo que malas definiciones iniciales restarán valor en etapas subsiguientes.

El **diseño** es el comienzo del recorrido. Aquí, se imponen las primeras condiciones a las que se verá sujeto un determinado proyecto. Dejando de lado las obras de infraestructura vial, cuyo diseño se aborda en detalle en la sección **Institucionalidad y Regulación**, la productividad en la ejecución de obras de edificación depende de cuánto se incorporen en esta etapa sus principios en el diseño: estandarización, simplicidad, prefabricación y la calidad²⁰ de los proyectos.

Estos principios son adoptados a nivel de industria en países como Singapur²¹, que estandariza un índice que permite medir la productividad de un diseño en cuanto a su facilidad de ejecución. Por ejemplo, incentiva la repetición de dimensiones de vigas y columnas en el sistema estructural y de muros, puertas y ventanas; promueve el diseño de muros sin vacíos no funcionales y con terminaciones lisas, y premia la inclusión de baños y construcciones volumétricas prefabricadas, entre otros elementos.

Una manera de medir estandarización es la altura de los pisos. En la muestra nacional, se observan 12 alturas distintas²². Dado que estas imponen ciertas restricciones a la configuración interna, esta dispersión limita la posibilidad de estandarizar otros elementos constructivos. Algo similar ocurre con los tamaños distintos de ventanas y puertas dentro de un mismo edificio. Obras de una misma empresa suelen no estandarizar este aspecto.

Se suele señalar la importancia de la integración temprana al diseño como una práctica de optimización. Constructoras que se involucran, reportan que los proyectos fueron más simples de ejecutar. Sin embargo -considerando una submuestra de empresas integradas con inmobiliarias-, sólo el 32% declara haber tenido una alta participación en el diseño.

La **planificación** es otro elemento que juega un rol central. Más allá de una Carta Gantt inicial, una buena programación acompaña un proyecto de principio a fin; involucra el levantamiento detallado de actividades, coordinación de múltiples actores y capacidad de reaccionar ante cambios o imprevistos durante su transcurso. **En Chile, un 71% de las obras de edificación y un 72% de las de infraestructura vial, no se entregan a tiempo.** *Last Planner*, la metodología estándar en la industria para realizar la planificación en obras, es ampliamente conocida pero débilmente implementada. Sólo el 34% de las empresas emplea software especializado y el 40% mide las causas de no cumplimiento. En obras de infraestructura, la principal causa de no cumplimiento es una mala planificación. Estas prácticas suelen no estandarizarse entre las obras de una misma empresa, lo que abre una oportunidad por transferirlas internamente.

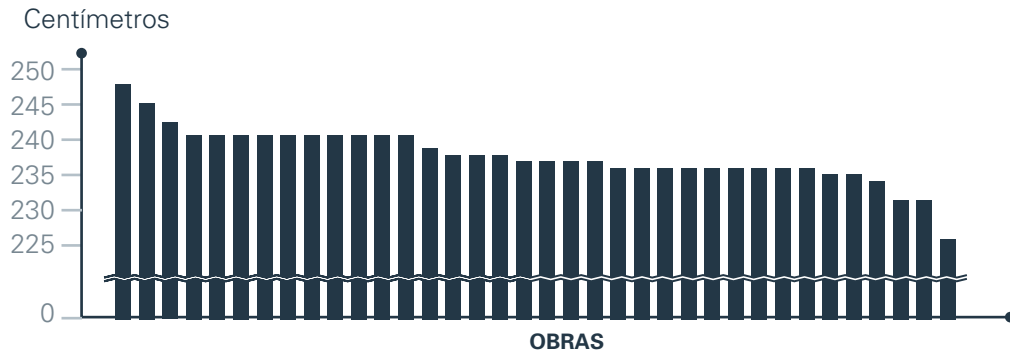
20. Calidad de proyectos se refiere a proyectos de arquitectura y cálculo que cuenten con la coordinación de especialidades, detalles y completitud suficiente para ejecutarse sin problemas.

21. El *Building and Construction Authority* (BCA) de Singapur creó el *Code of Practice on Buildability*, en el cual incorpora requerimientos para adoptar principios productivos en el diseño y en la ejecución de las obras, mediante la creación del *Buildable Design Score* y el *Constructability Score*.

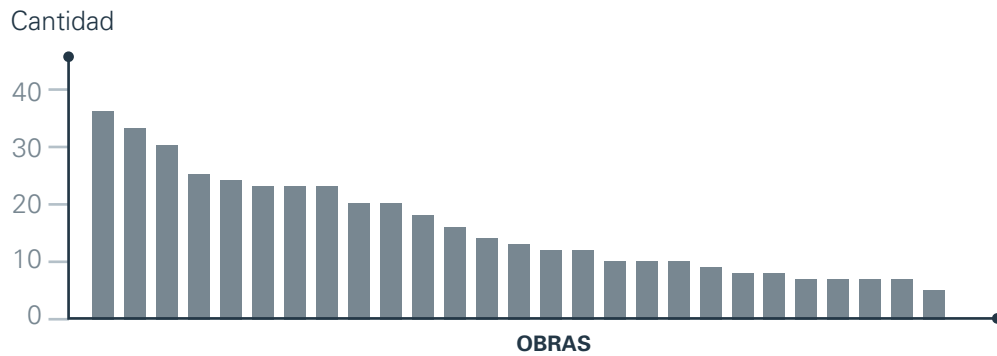
22. El rango de alturas va desde 224cm a 248cm, aunque las alturas de 235cm y 240cm tienen mayor frecuencia.

Estandarización de elementos constructivos

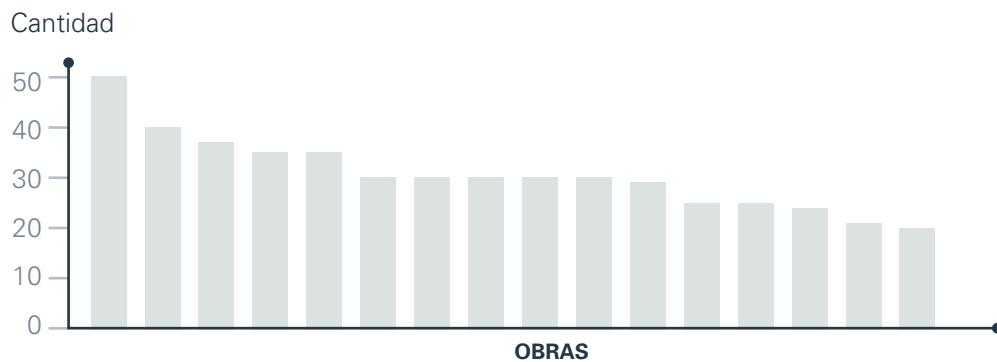
Altura de pisos



Modelos distintos de puertas



Modelos distintos de ventanas



Fuente: Estudio de benchmark de productividad, muestra nacional; Análisis Matrix Consulting.



Finalmente, un buen diseño y planificación pueden diluirse si no se concretan en una **ejecución de calidad**. Esto significa alcanzar las especificaciones a la primera, minimizar las observaciones de calidad, y emplear los recursos estrictamente necesarios para llevar una actividad a cabo. Para ello, la coordinación y control diario de los equipos en terreno es fundamental.

En edificación, según datos de Calidad Cloud²³, un 10,2% de las actividades controladas en obra gruesa, y un 21,7% en terminaciones, tienen observaciones en la primera revisión de calidad. Y sólo la mitad y un tercio se reportan como resueltas²⁴.

Esta información es aún más relevante cuando se toma en cuenta que los datos señalan que es significativamente más fuerte la correlación entre la productividad final de una obra en la etapa de terminaciones, que con respecto al rendimiento en la fase de obra gruesa²⁵.

Un hecho decidor es que en los resultados de obras no se reporta el costo de retrabajos, por lo que este sobrecosto queda “oculto” entre partidas o gastos generales, lo que impide un control. Entendiendo esta situación y la magnitud del problema, constructoras internacionales del benchmark han implementado mecanismos para controlar con mayor detalle la calidad y los retrabajos, tales como la trazabilidad mediante la marcación con códigos QR, y el reporte detallado del costo de retrabajos, estimados en HH y con un consumo estándar de recursos. Así, empresas han logrado llevar este sobrecosto desde un 6% del presupuesto a un 2%, con la meta de un 0%.

En obras de infraestructura vial existe menor cantidad de información disponible sobre el registro de observaciones de calidad, pero la información recabada muestra un promedio de una causa de no cumplimiento (CNC) por cada 262 m lineales de obra para Chile.

Parte de la excelencia en la ejecución se relaciona con la disponibilidad del capital. Un ejemplo, son las plantas móviles de hormigón o asfalto: aquellas que utilizaron plantas móviles lograron entre un 7% y 15% de mayor productividad²⁶ que los pares que no las utilizaron. Pero también es relevante la eficiencia con la cual se emplea el capital disponible. Las obras en Chile muestran un 11% menos de utilización de la maquinaria que las internacionales, que alcanzan, en promedio, un 74% del tiempo disponible. Además de fallas en la planificación, como se expuso anteriormente, más adelante veremos cómo los factores externos a las obras de infraestructura pueden interrumpir el proceso productivo e impactar esta utilización.

23. Muestra de aproximadamente 1.700 proyectos de edificación en altura, ejecutados o en ejecución, desde 2017. Fallas autorreportadas de acuerdo con *checklist* definida por usuarios. Se consideran fallas aquellas actividades que no cumplieron con estándar de revisión.

24. Otro indicador de calidad es el gasto en posventa, pero éste se desembolsa a medida que transcurre el tiempo desde la entrega. Debido a los largos ciclos de posventa y la manera en que se registran, suele ser difícil comparar este ítem entre proyectos de distintos periodos.

25. Productividad en etapa de obra gruesa medida como m² construidos por persona-día dedicados a obra gruesa; productividad en etapa de terminaciones medida como m² construido por persona-día dedicados a terminaciones; para cada indicador se consideran los trabajadores dedicados a faenas específicas, además de un prorrateo del personal que ejecutó labores transversales, según la intensidad de mano de obra en cada mes; m² construidos corresponde a la superficie total, sin incluir subterráneos.

26. Medida como venta sin IVA por hora trabajada.



4.2 Tecnología y metodologías constructivas

El mundo vive una cuarta revolución industrial, de la mano de la digitalización, algoritmos de inteligencia artificial, y una creciente robotización, que ya genera disrupciones en industrias más tradicionales y cambios en sus modelos de negocios. La construcción no está ajena a esto. Expertos, ejecutivos y líderes de la industria en países referentes²⁷, señalan a la tecnología dentro de las dos prioridades para aumentar la productividad. Esta opinión es consistente con la correlación positiva que existe entre la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y el crecimiento en la productividad multifactorial de los países (por cada punto adicional del PIB invertido en I+D, la productividad creció un 3,08% más en el periodo 2011-2017²⁸). A la hora de abordar la incorporación de tecnología, lo primero es adoptar las herramientas disponibles y probadas. Este camino implica cambios, inversión,

y cierto nivel de innovación para adaptarla a las necesidades propias de cada empresa, pero acota los riesgos y plazos para su implementación.

El segundo paso, es desarrollar tecnología o metodologías constructivas a través de la innovación o actividades de I+D. Aunque este camino es más incierto, es la vía que otorga competitividad en el largo plazo.

Considerando 3 tecnologías o metodologías ya probadas en la construcción y establecidas en los países referentes, que son la Industrialización, *Building Information Modeling* (BIM), y la Digitalización, se observa que Chile aún debe dar el primer paso de adopción. Obras de edificación en altura en países referentes muestran una penetración 4 veces mayor de elementos prefabricados más complejos²⁹ y una penetración de BIM del 70% (Reino Unido y Estados Unidos)³⁰ versus el 34% en Chile³¹. Por lo tanto, la industria debe prepararse para innovar con mirada a largo plazo, pero en el corto plazo el foco debiera ser adoptar tecnología existente.

Especialización e industrialización

Una de las condiciones que ha permitido industrializar el sector productivo, es la especialización del trabajo. Esto genera ganancias en productividad, a través de la reducción de errores; optimización de la cadena productiva; estandarización de procesos y acumulación capital humano preparado. En la construcción, la especialización puede verse reflejada en el modelo de subcontratación de una obra.

27. Fuente: *Chartered Institute of Building* (Reino Unido); *Building and Construction Authority, BCA* (Singapur); *National Academy of Science, NAS* (Estados Unidos).

28. Fuente: OCDE; Análisis Matrix Consulting.

29. Se refiere a escaleras, tabiques, baños, antepechos, muros y losas para edificación en altura con estructura de hormigón.

30. Fuente: *NBS National BIM report, 2019* (Reino Unido); *McGraw Hill Construction Report, 2019* (Estados Unidos).

31. Fuente: Informe nacional de BIM 2019, Universidad de Chile.

En Chile, el porcentaje promedio de subcontratación en edificación es de 36%, mientras que en países referentes es de un 69%. Esto refleja un modelo contractual y operacional distinto, donde el contratista asume un rol de coordinación general de múltiples empresas especializadas.

Sin embargo, en las obras locales existe un amplio rango de subcontratación que varía entre tasas de 15% al 60%. En este espectro, se observa ciertos oficios que logran mayor eficiencia como por ejemplo, la enfierradura y el moldaje, aunque estos resultados presentan variabilidad.

Esta vía contractual adolece de ciertas condiciones en Chile que dificultan el desarrollo de un ecosistema de proveedores robusto y de alta especialización. Según la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), la primera causa de incumplimiento de la planificación en la obra gruesa de obras de edificación es la falta de subcontrato. El 90% de las empresas del sector son micro y pequeñas empresas. Este segmento no capacita porque tiene menor respaldo para tareas administrativas y un 35% de ellas no tiene acceso a crédito bancarios. Estas condiciones de fragilidad dificultan su sostenibilidad en el tiempo, lo cual se aprecia al observar que la edad promedio de las micro y pequeñas empresas del sector es de 11,0 años, más de tres años menos que los 14,3 del resto de las industrias³². Así mismo, en obras mandatadas por el MOP, se limita el porcentaje de subcontratación a un 30%³³.

Esto restringe el modelo de gestión y el desarrollo de una industria de proveedores del sector, acotando el espacio para generar ganancias en productividad.

Por otra parte, la industrialización engloba una serie de principios y prácticas de manera integral, tales como la estandarización, producción en serie, modularización, fabricación de componentes, ambientes controlados de producción, entre otros. La prefabricación, ya sea dentro o fuera de sitio, incorpora estos elementos, y es un sistema constructivo que permite aumentos significativos en productividad. Además, conlleva otra serie de beneficios, donde destacan las mejoras en calidad y predictibilidad de plazos, reducción de residuos y seguridad de los trabajadores.

Su uso logra disminuir plazos de ejecución en un 66% de los proyectos y costos en un 65% de ellos³⁴. Si bien hay alta variabilidad dependiendo de la técnica empleada y el tipo de obra, el uso de estos elementos industrializados puede reducir los costos de una edificación en altura en un 7%³⁵. Aunque el gasto directo es mayor, puede ser compensado por múltiples beneficios que deben ser analizados exhaustivamente en un caso de negocio. Entre estos, está la reducción de costos, de plazos y de mano de obra en sitio; adelanto de flujos de ingresos, y menor pago de intereses por deuda financiera.

En Chile, la penetración de prefabricados en edificaciones de altura es baja respecto a países referentes (comparando estructuras donde la materialidad predominante es el hormigón). Es interesante notar que la adopción de elementos prefabricados menos complejos o terminados, tales como los de enfierradura, es mayor en Chile (33 - 36% versus 5-6% en países referentes). Mientras que los más complejos o terminados, como muros o losas de hormigón, son usados ampliamente en países referentes (2% en Chile versus 22-28% en países referentes).

32. Fuente: Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5), 2019. INE y Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

33. Decreto MOP N°75, artículo 101.

34. Fuente: *Prefabrication and Modularization: Increasing productivity in the construction industry*, McGraw Hill Construction, Dodge Data & Analytics.

35. Considera edificio en el cual 85% de los elementos fueron prefabricados fuera de sitio. Fuente: *Smart construction, how offsite manufacturing can transform our industry*, KPMG.

Esta cifra demuestra que a medida que se avanza en la utilización de elementos más terminados, deja de ser necesario utilizar elementos prefabricados más brutos, dado que vienen incorporados en partes más completas.

A nivel local, obras que incorporan elementos prefabricados logran un 22-23% más de productividad laboral, que aquellos que no los utilizan³⁶.

Las razones por las cuales esta tendencia no ha despegado en Chile son múltiples. Una de ellas, es la precondition de ser incorporado desde un comienzo en la etapa de formulación y diseño de un proyecto. Aquí, juega en contra una cultura resistente a los cambios, nuevamente la baja integración de procesos entre actores (especialmente entre el mandante, proveedores y diseñadores), y un sistema contractual fragmentado que no incentiva la colaboración temprana. Desde la perspectiva de las competencias profesionales, arquitectos y proyectistas no suelen considerar o desconocen cómo incorporar estas soluciones.

Pero también existe falta de información objetiva y comparable que permita evaluar sus beneficios. Aquí, el rol de proveedores y canales de difusión es fundamental. Profesionales, ejecutivos y gerentes de construcción en Chile afirman que la calidad de la oferta actual de productos prefabricado es la tercera barrera más relevante para la adopción de estas soluciones³⁷. A esto se suma que la poca oferta de proveedores y de casos de éxito locales actúan como un disuasivo de cara a los mandantes y desarrolladores.

Ahora bien, como todo proceso de cambio, adoptar un modelo de construcción industrializado tiene un costo y conlleva riesgos. Como relata *Dragages Singapore*, líder en adopción de prefabricados en su país, la primera incursión en PPVC³⁸ significó costos 15% mayores que metodologías tradicionales. Pero luego de 6 meses de prueba y error, lograron un costo global de proyectos un 5% menor³⁹.

Suele decirse que el tamaño del mercado chileno impide alcanzar la escala mínima eficiente para que resulte viable masificar su adopción. Pero hay casos, como Nueva Zelanda, cuyo PIB de la construcción es la mitad del chileno y su población una cuarta parte, y cuenta con más de 300 empresas proveedoras de prefabricado⁴⁰; un 20% en metal, otro 20% en madera, y un 60% en hormigón.

Como referencia, el Consejo de Construcción Industrializada, que aglomera a los principales actores del sector de la industrialización en Chile, cuenta con 71 socios⁴¹, incluyendo proveedores, constructoras, y expertos profesionales.

36. Análisis considera impacto de elementos menos terminados en el indicador de productividad en obra gruesa (m² por persona-día en obra gruesa) y de elementos más terminados en el indicador de productividad laboral en terminaciones (m² por persona-día en terminaciones).

37. Fuente: Estudio de Benchmark de Productividad.

38. Módulos volumétricos prefabricados y preterminados, PPVC según sus siglas en inglés (*Prefabricated Prefinished Volumetric Construction*).

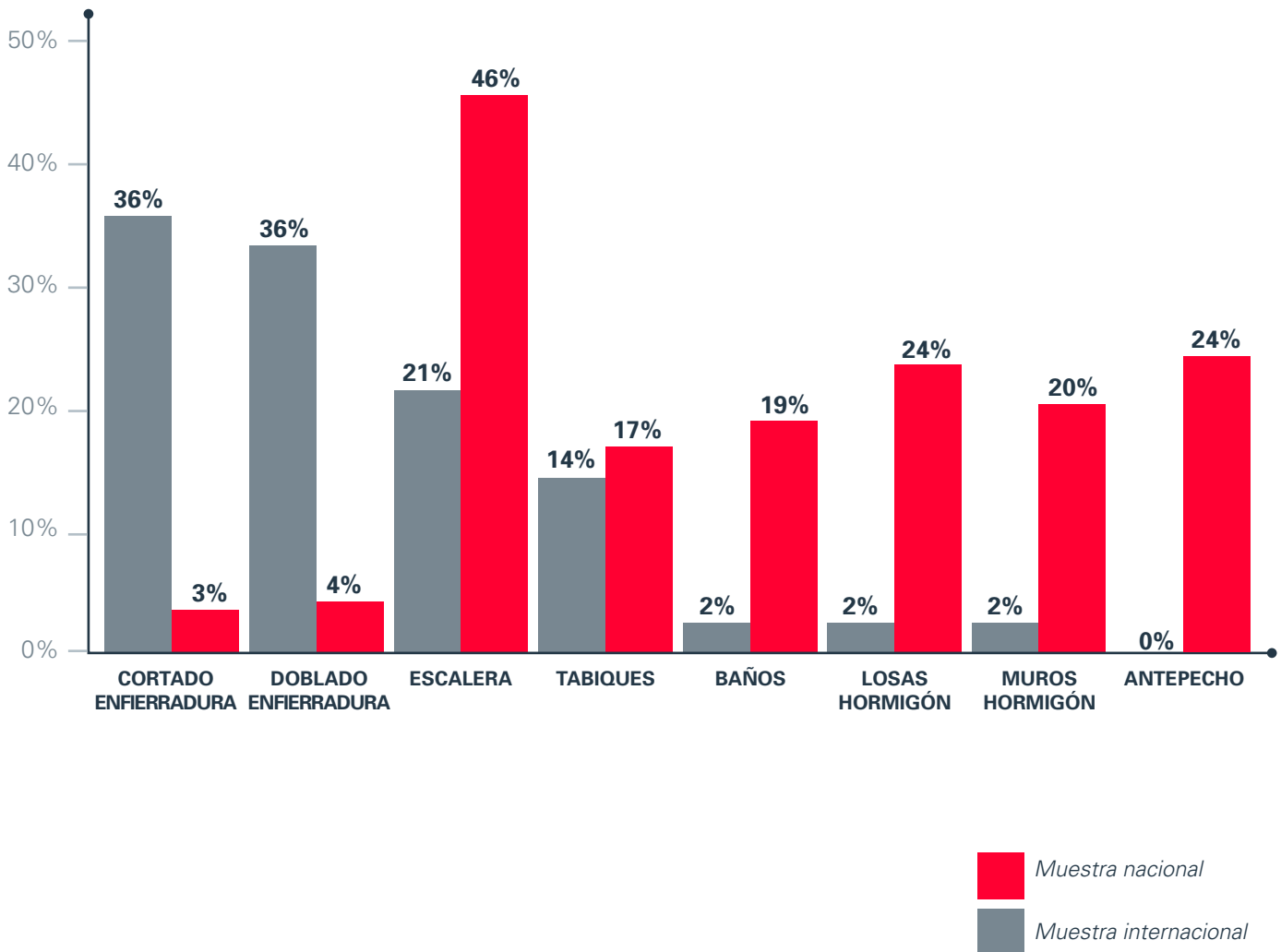
39. Estos ahorros se logran aunque las soluciones PPVC tengan un costo directo entre 7% y 8% mayor, dado que reducen personal en sitio y reducen significativamente plazos de ejecución. Fuente: *Dragages Singapore*.

40. Fuente: Prefab NZ y StatsNZ, 2018.

41. Fuente: Reportado por el Consejo de Construcción Industrializada a agosto de 2020.

Proyectos de edificación en altura con uso del elemento prefabricado

Porcentaje de obras





BIM y digitalización

BIM (*Building Information Modeling*) es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión. Por ello puede ser catalogado como la columna vertebral de la digitalización en la industria y una herramienta clave para empujar la colaboración. La capacidad de tomar decisiones en tiempo real, coordinar múltiples especialidades de manera simultánea, minimizar los errores, y reducir los tiempos de iteración, son algunos de los beneficios que ofrece esta metodología.

Estudios⁴² con muestras significativas de empresas y obras, muestran su potencial: +13% en productividad laboral, -4% en costos y plazos, y -6% de requerimientos de información en obra.

Como ya se mencionó, Chile tiene tasas de adopción de BIM de la mitad de países referentes. Pero además la metodología está subutilizada porque mayoritariamente se enfoca en el diseño (en el 33% de las obras), y no en tareas como, por ejemplo, de planificación (5%), indicando un potencial aún por explorar.

Dentro de las barreras para su uso surge el costo de implementación, señalado como la principal limitación⁴³, y la escasez de profesionales capacitados. Además, ocurre un desbalance entre quien captura los beneficios y quien incurre en los costos a lo largo de la cadena de valor. Mientras los costos de adoptar BIM se concentran principalmente en la etapa de diseño, los mayores beneficios se obtienen en la etapa de operación por la eficiencia en el mantenimiento de los activos.

Tendencias como el modelo de renta inmobiliaria residencial, o la incorporación de variables de costos de operación en la infraestructura pública, deberían ayudar a alinear estos incentivos.

Pero el potencial de BIM va más allá de su uso. Como plataforma de colaboración, es un habilitador de otras metodologías y técnicas constructivas, tales como prácticas de *Lean Construction*⁴⁴, metodologías de planificación como el *Integrated Project Delivery* (IPD⁴⁵), y sistemas constructivos industrializados y de prefabricado.

BIM también es un primer paso hacia un ecosistema de trabajo digital. A nivel global en la última década, las industrias de mayor intensidad digital han crecido su productividad a una tasa 4 veces más alta que el resto, y la construcción es uno de los sectores con menor índice de digitalización, junto con la agricultura⁴⁶.

Tecnologías digitales como sistemas de diseño inteligentes y colaborativos, algoritmos de optimización de diseños, revisión automática de códigos constructivos, monitoreo de avance en obra, o sensores y IoT⁴⁷, están cambiando completamente la manera de desarrollar proyectos en todas sus etapas.

El índice de madurez digital de Matrix Consulting permite identificar las áreas de mejora para las empresas a nivel local, en las dimensiones de

42. Fuente: *Measuring the impact of BIM on complex buildings*, Dodge Data & Analytics.

43. Fuente: Encuesta Nacional BIM 2019; Universidad de Chile.

44. *Lean Construction* es un sistema de gestión de proyectos de construcción, basado en prácticas que buscan maximizar el valor y disminuir las pérdidas de los proyectos.

45. *Integrated Project Delivery*: metodología de ejecución de proyectos basado en la colaboración activa entre el mandante, equipo de diseño y constructora desde etapas tempranas del proyecto, creando un ambiente colaborativo que optimiza los resultados.

46. Fuente: OCDE, "A taxonomy of digital intensive sectors".

47. *Internet of Things*.

Estrategia, Procesos, Cultura y Organización y Tecnología. Prácticas como la toma de decisiones basada en datos y herramientas de análisis, y el trabajo colaborativo a través de plataformas, aparecen como las principales brechas a cubrir.

Una forma gráfica de ver este diagnóstico es que en las obras aún predomina el uso de Excel por sobre los softwares especializados. Por ejemplo, el uso de Excel versus software especializado, en tareas de planificación y de gestión de costos, es de un 85% contra un 22%, y de 76% contra un 31% respectivamente.

Parte de las barreras se relacionan con la transformación profunda en la manera de operar y las competencias del capital humano, tanto profesional como no profesional.

Un dato que puede ilustrar la dificultad para realizar esta transición es el envejecimiento de la fuerza laboral de la construcción. Entre 2011 y 2017, el promedio de edad de los trabajadores ha aumentado en 3 años. Si bien este es un fenómeno global en la construcción, debe ser mirado con atención en Chile dado los desafíos en términos de capacitación y atracción de talento que presenta.

Innovación

La innovación permite a la actividad económica incrementar su productividad y crecer sostenidamente en el tiempo. La correlación entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D⁴⁸) -parte del proceso para generar el conocimiento que se traduce en innovaciones- muestra este vínculo.

Es reconocido que en Chile la inversión I+D es pobre en comparación a países OCDE, en los cuales promedia un 2,3% del PIB versus el 0,36% de Chile. A nivel

internacional, la inversión en I+D en la construcción es baja respecto a otras industrias, y se mueve entre 0,06% y 0,4% del PIB para países como Alemania y Japón, respectivamente⁴⁹. Esto es entre 5 a 30 veces más que en Chile, donde se invierte tan sólo el 0,012%⁵⁰ del PIB.

En las principales empresas del sector de la construcción a nivel global la inversión en I+D ha crecido casi un 80% en el período 2013-2018, en nuestro país, en esa misma etapa, ha permanecido prácticamente plana.

La inversión de empresas en la OCDE es de un 65%, mientras que en Chile esta participación es de sólo un 36%. Una posible vía para incentivar su implementación es mediante la utilización del beneficio tributario de la ley de I+D⁵¹, aún ampliamente desconocida por las empresas. De los proyectos que se acogen a esta ley, solo el 5% son del área de la construcción, muy por detrás del sector manufacturero, por ejemplo, con una participación del 42%.

La vinculación con la academia, el trabajo colaborativo con startups, y el desarrollo de nuevos emprendimientos, son otros mecanismos para este salto. Este último punto es una tendencia creciente en países desarrollados, donde la inversión de capital de riesgo en startups de la construcción ha crecido en 7x respecto a 2013⁵².

48. A este concepto suele sumarse la innovación y el emprendimiento.

49. Fuente: *EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2018, European Commission Science Hub*.

50. Fuente: Encuesta sobre Gasto y Personal en I+D año 2017, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

51. Ley N° 20.241, que establece un incentivo tributario a la inversión privada en investigación y desarrollo.

52. Considera inversión en startups en Estados Unidos, Europa, Canadá, Australia e India, relacionadas a herramientas enfocadas al diseño y ejecución de proyectos de la industria de la construcción, excluyendo el sector inmobiliario. Fuente: *Construction Tech Report, Tracxn*.

Relación entre inversión en I+D¹ y productividad multifactor



Fuente: OCDE; Productividad total de los factores en Chile en base a informe anual de 2019 de la CNP, Análisis Matrix Consulting

- (1) Inversión y desarrollo.
- (2) Incluye la inversión del sector público y privado.

4.3 Sostenibilidad

La sostenibilidad, más allá de una pieza dentro de la estrategia de las empresas -como lo pueden ser las operaciones, finanzas, o la gestión del talento- es un nuevo marco de referencia dentro del cual las empresas deberán moverse. El éxito de esta estrategia depende de qué tan bien es comprendido este nuevo marco y de cuánto logran anticiparse en integrar la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico.

Ya sea por la presión de las comunidades o por mayores exigencias regulatorias, la llamada licencia social para operar se ha tornado cada vez más necesaria en la construcción. **Con más de 18 millones de m² construidos⁵³ a lo largo de Chile anualmente, dando empleo a más de 728.000 personas, el vínculo con el medio ambiente, comunidades y colaboradores es cada vez más visible.** Ya no se trata sólo de proyectos aislados de gran envergadura o presiones en la etapa de permisos, donde la construcción podía tomar palco esperando el protagonismo del mandante, si no que la discusión se ha trasladado a la ejecución de proyectos habitacionales en zonas urbanas donde los vecinos se involucran en los cambios del entorno, o a obras de mejoramiento vial en zonas rurales, donde las comunidades quieren ser partícipes de una solución acorde a sus necesidades.

En términos de productividad y desempeño de las obras, existe evidencia de que prácticas de sostenibilidad ambiental y social tienen impacto en los indicadores. Aunque atribuir estos resultados exclusivamente a estas prácticas es algo difícil de probar. El mayor argumento es que, dado el escenario proyectado para el entorno, de no incorporarse anticipadamente la sostenibilidad como marco estratégico, las presiones regulatorias y del medio podrían transformarse en una barrera relevante para el rendimiento en el corto plazo.



Sostenibilidad ambiental

El impacto ambiental de una construcción ocurre a través de la cadena completa de valor, desde la extracción de los materiales hasta la operación o uso de ésta. Así, intervienen múltiples variables y alternativas para reducir emisiones o el impacto generado, tales como el diseño y la elección de materiales, la reducción y gestión de los residuos en la ejecución, o incluso la planificación urbana y la eficiencia energética, por nombrar sólo algunas.

Concentrándonos en la fase de ejecución, la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) es la huella más visible. En Chile, las edificaciones en altura generan, en promedio, 0,27 m³ de escombros por m² construido, mientras que este indicador es de 0,14 m³ / m² para países referentes; un 49% menor. En términos físicos, esto se traduce en que un edificio en Chile genera 1 piso completo de escombros por cada 10 construidos.

53. Fuente: Edificación autorizada sector público y privado, INE.



En **Chile**, este edificio genera un **11,3%** de su **volumen en escombros.**

En **países referentes**, solo la **mitad.**

Según el benchmark nacional, las obras que generaron un volumen de escombros bajo el promedio fueron un 8% más productivas que sus pares sobre el promedio. Pero también se aprecia en ellas menores tasas de accidentabilidad (3,7 vs 5,5), presumiblemente por un mayor orden y una gestión más limpia en sitio, lo que evita situaciones de riesgo para los trabajadores.

Metodologías y sistemas constructivos alternativos pueden reducir el impacto al mismo tiempo que contribuyen a mejorar la productividad. El CLT⁵⁴ o madera contralaminada, por ejemplo, es un material liviano y favorable para la prefabricación, además de utilizar una materia prima renovable que captura CO². El uso de la madera en Chile alcanza un 18% de la edificación contra un 59% del hormigón⁵⁵. Este es un porcentaje relativamente bajo, si se compara con edificaciones en Australia o Nueva Zelanda donde se alcanza un 60% o 70% respectivamente. Su uso en edificaciones de baja altura puede reducir los plazos de construcción en hasta 30%. Más allá de plantearse como objetivo aumentar la participación de este material, es necesario incorporarlo como una solución adicional al momento de evaluar alternativas de diseño.

La utilización de áridos reciclados en obras viales, por ejemplo, puede traducirse en ahorros en costos de hasta 16% al mismo tiempo de aminorar el impacto ambiental, con el potencial de reducir en una cuarta parte los residuos generados durante la etapa de construcción. Lo mismo ocurre con el prefabricado, que puede disminuir la generación de escombros en hasta un 15%, y que emplea un 40% menos de energía, sólo considerando el transporte: menos viajes, desperdicios y peso. Las condiciones que dificultan la adopción de estos sistemas de construcción sostenible en Chile son múltiples y específicas a cada sistema o materialidad.

Por nombrar algunas, se puede decir que la normativa actual no da suficiente espacio para incorporar con flexibilidad materiales como la madera o los áridos reciclados en los proyectos⁵⁶. Otra puede ser la falta de infraestructura para la disposición regular de residuos o para producir áridos reciclados, y la existencia de un mercado informal de áridos que no entrega los incentivos económicos para invertir en su reciclaje.

La adopción de estos sistemas en los países referentes ha sido impulsada, en parte, por la regulación. Respecto al tratamiento y disposición de los RCD, las medidas van desde la exigencia de planes de gestión de residuos (Reino Unido), hasta impuestos por el vertido o la prohibición absoluta de diseminar residuos que puedan reciclarse (Dinamarca y Holanda). También existen incentivos o metas para la incorporación de materiales sostenibles en edificación e infraestructura pública, como es el caso de Francia y Holanda, con la incorporación de madera y áridos reciclados, respectivamente.

Sostenibilidad social

El impacto social de la construcción puede verse tanto en el ámbito interno, considerando a los colaboradores del sector, como en el externo, teniendo en cuenta a las comunidades involucradas.

En el **ámbito de los trabajadores** existen múltiples planos a observar. A la salud y seguridad; formación y capacitación, que tradicionalmente han sido una prioridad del gremio, se han incorporado recientemente la diversidad e inclusión dentro de la fuerza laboral como una dimensión clave (a nivel global, la construcción es una de las industrias menos diversas junto con la minería⁵⁷).

54. *Cross Laminated Timber*.

55. Fuente: Madera 21, noviembre 2017.

56. Por ejemplo, para el caso de la madera, la normativa antisísmica NCh433 establece un máximo admisible de desplazamiento entre pisos, teniendo como referencia las construcciones en hormigón y no la mayor flexibilidad de la madera. Respecto a áridos reciclados, la normativa NCh163 – Of 79 limita el uso de áridos reciclados en hormigón debido al elevado nivel de resistencia que dicha norma exige tener.

57. Fuente: *The Global Diversity Report, Diversity Index Ratings, Oxford Economics*.



La inclusión de la mujer en el rubro es una tarea pendiente. Según distintas estimaciones, esta se encuentra entre un 6% y un 11%⁶⁰, por detrás de países como Reino Unido y Francia, donde alcanza un 16% y 17% respectivamente. Estudios muestran que ambientes con mayor diversidad e inclusión tienen tasas de ausentismo un 25% menor y un 60% menos de rotación.

Respecto a la salud, en los colaboradores del sector predomina una alta tasa de obesidad -40% es considerado obeso-. Además, un 41% es fumador y un 86% sedentario⁵⁸. Estas cifras preocupan dada las condiciones de mayor riesgo inherentes a las actividades de construcción.

En este aspecto, destaca el avance que ha realizado la industria en Chile pasando de 4,9 accidentes por cada 100 trabajadores en 2013, a 3,7 en 2019 (-24%). La tarea pendiente es acercarse a los registros de países referentes, en niveles que van desde 2,8 (Estados Unidos) a 1,0 (Japón). La misma dinámica ocurre con la tasa de ausentismo: en Chile de 8,8%⁵⁹, entre 1,2 a 2,9 veces superior a la de países referentes.

Además del bienestar, la seguridad también influye en el desempeño. Obras con tasas de accidentabilidad bajo el promedio lograron un atraso de un 34% menor que el resto, y se mantuvieron dentro del presupuesto original, mientras que el resto tuvo desviaciones de +3,5% de costos en promedio.

La inclusión femenina además es deseable como un mecanismo para atraer más mano de obra calificada al sector. Sobre este último punto, se profundiza en la sección de Capital Humano.

En el **ámbito de las comunidades**, se deben separar los impactos entre aquellos que emanan del proyecto y su vinculación con el entorno en el largo plazo, donde el mandante es el principal responsable, y aquellos transitorios que se generan a partir de la construcción misma, donde el contratista o constructor tiene mayor responsabilidad. En Chile, la construcción es la industria con la menor adopción de prácticas de sostenibilidad: un 14% tiene una política formal de colaboración con comunidades, y solo un 3% mide indicadores (estos porcentajes son 25% y 14% para minería, y 56% y 31% para servicios de electricidad, gas y agua⁶¹).

El acercamiento comunitario ha sido incorporado como una práctica usual y profesionalizada por sectores como la minería o la energía, dada la envergadura de sus proyectos. Sin embargo, en el último tiempo, la mayor

58. Fuente: Salinas et al., 2014, Estilos de vida, alimentación y estado nutricional en trabajadores de la construcción de la Región Metropolitana de Chile.

59. Tasa de ausentismo considera horas no trabajadas/horas pactadas. Incluye faltas por licencias médicas, accidentes, injustificadas, entre otras.

60. Fuente: Observatorio Laboral del SENSE (2019) y Gerencia de Estudios CChC (2017).

61. Fuente: Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5), 2019. INE y Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

organización y disponibilidad de información ha llevado a que las comunidades demanden ser involucradas en proyectos de menor envergadura que impactan su entorno. Es el caso de proyectos habitacionales donde los vecinos desean influir no sólo en el impacto de largo plazo, como lo puede ser el aumento en la congestión vehicular producto de una mayor densidad, sino que también en evitar las molestias durante el proceso, como ruido o suciedad, que, aunque transitorias, pueden afectar la calidad de vida de los vecinos. Lo mismo ocurre en obras viales, incluso en las de menor envergadura y que tienen como propósito beneficiar directamente a las propias comunidades que deben sufrir las molestias de su construcción. En este caso, las presiones de las colectividades suelen dirigirse a las autoridades durante la etapa de diseño de proyectos, para que se ajusten a las necesidades vecinales.

En este desafío existen dos vías de impacto a la construcción. La primera, a nivel de proyectos individuales durante la ejecución de una obra. Más allá de las responsabilidades, los conflictos pueden generar interrupciones en las faenas, atrasos en los programas, o derechamente paralizaciones. La segunda afecta de manera más sistémica a la industria. Es la forma que la presión de comunidades o grupos de interés termina por generar restricciones adicionales. Aquí, la preocupación es que la premura por atender las demandas prime por sobre criterios técnicos, o que se pase por alto un adecuado análisis costo-beneficios. Un ejemplo puede ser la norma de ruido que restringe a nivel general la emisión de ruidos por franjas horarias, establecida a nivel general por el Ministerio de Medio Ambiente⁶². De 25 comunas analizadas⁶³ el 100% impuso, mediante ordenanzas municipales, horarios más restrictivos que la norma general aplicable. Un 36% de estas comunas decretó una ventana de trabajo de 3 horas menos que la norma.



En conclusión, el impacto individual tiene una repercusión más allá de la propia obra, y puede afectar al desarrollo de futuros proyectos mediante la regulación o resistencia general de comunidades. Actualmente, los costos de estas prácticas son asumidos individualmente, pero los beneficios se diluyen entre todas las empresas del sector. Existe, entonces, un fundamento para concitar un esfuerzo coordinado del gremio en esta materia.

62. DS 38, 2012, del Ministerio de Medio Ambiente.

63. Fuente: Productividad en el Sector Construcción, Comisión Nacional de Productividad.



4.4 Capital Humano

La productividad del sector está estrechamente relacionada con la disponibilidad de personas capacitadas y de un sistema que las instruya de manera continua. Esto especialmente en un contexto de transformación tecnológica a nivel mundial, donde la adopción de BIM y la industrialización son la nueva norma.

Países con mayor escasez de mano de obra capacitada en la construcción alcanzan menores niveles de productividad. Este es el caso, por ejemplo, de Chile o México que tienen un índice de escasez de mano de obra capacitada en torno al doble de naciones como Reino Unido⁶⁴. Según la prueba PIAAC, solo un 6% de adultos tiene un nivel medio-alto de habilidades requeridas para el mundo del trabajo, y un 42% un nivel bajo. Como punto de comparación, en Nueva Zelanda, un 36% cuenta con un grado medio-alto, y sólo un 9% bajo⁶⁵.

64. Fuente: OCDE.

65. Fuente: Resultados de la Evaluación OCDE de Competencias en Adultos.

66. Por supuesto, la industria local exhibe dispersión en los niveles de remuneración. Por ejemplo, el subsector de montaje industrial, que requiere mayor especialización y presta servicios a la minería, exhibe mayores remuneraciones que el promedio.

67. Cifras corregidas por paridad de poder adquisitivo. Fuente: Oficina de Estadísticas Laborales de EE. UU, Eurostat, Oficina de Estadísticas Laborales de Australia.

Así como la productividad laboral sube con capital humano capacitado, también lo hace con las remuneraciones: por cada 1% que aumenta la productividad laboral en la construcción - medida en dólares como valor agregado por trabajador- las remuneraciones lo hacen en un 1,5%.

Chile se encuentra en la parte baja de los costos laborales en construcción. En remuneración por hora, el sueldo promedio de los trabajadores de la construcción en Chile⁶⁶ es un 37% del de sus pares en Estados Unidos; un 26% del de Alemania, y solo un 20% respecto de Australia⁶⁷. En la óptica del sueldo mínimo local, la remuneración promedio en la construcción es 2,1 veces el salario mínimo, mientras que en Estados Unidos es 2,9 veces; Alemania 3,2 veces y Australia 4,0 veces.

Los esfuerzos por un capital humano más capacitado -tanto a nivel obrero y supervisor, como profesional- conducen a beneficios mutuos, tanto para los colaboradores, a través de sus ingresos, y al sector, a través de una mayor productividad. Este desafío debiera centrarse en la formación, capacitación y certificación de las personas y, a su vez, en la atracción de talento para la industria.

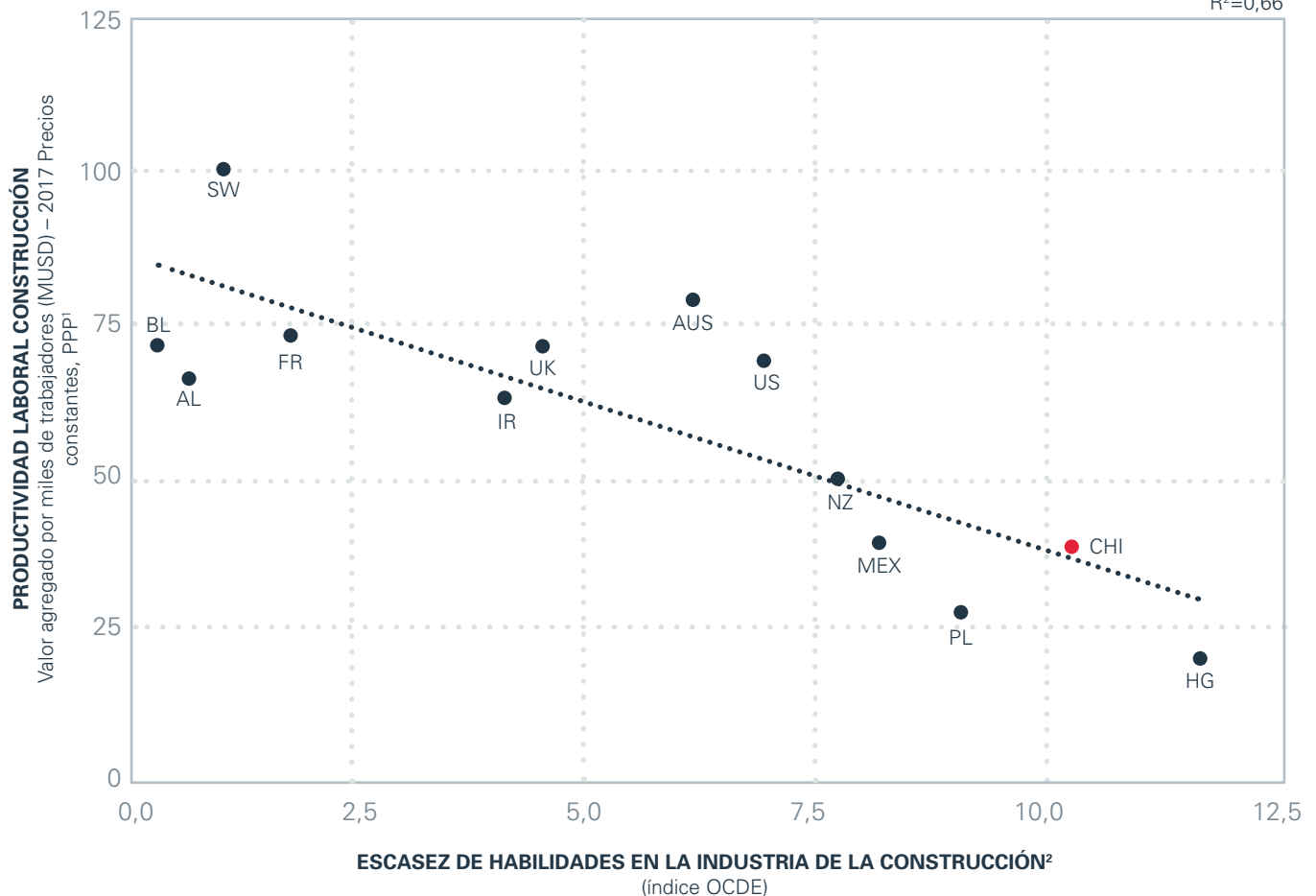
Formación, capacitación y certificación

Las brechas en las competencias, desde perfiles obreros hasta profesionales, comienzan desde la formación de habilidades básicas. En 2018, el promedio de la OCDE en la prueba PISA fue de 487 en lectura y 489 en matemáticas, mientras que Chile fue de 452 y 417, respectivamente. Localmente, establecimientos técnicos de educación media, donde suelen formarse los trabajadores del sector, obtienen cerca de 70 puntos menos que sus pares científico-humanistas.

Relación entre escasez de mano de obra calificada y productividad laboral¹ en la industria de la construcción

Países seleccionados, 2017

Pendiente: 5,43
R²=0,66



Fuente: Fuente: Base de datos de la OCDE; Análisis Matrix Consulting

(1) Productividad Laboral medida como la relación entre: aumento en el GPD del sector de la construcción para el año 2017, (medido a precios constantes y convertido a dólares a valor del día 13 de mayo de 2020) por número de FTEs ("Full Time Equivalent") trabajando en la industria al año 2018.

(2) El índice de la escasez de la mano de obra calificada para la industria de la construcción, mide cómo ha evolucionado el sector en relación a otras industrias, a través de las variaciones porcentuales que ha sufrido el salario promedio, tasa de ocupación y horas promedio trabajadas por persona.

Al analizar perfiles de colaboradores obreros y supervisores, cabe observar que la cantidad de estudiantes matriculados en establecimientos técnico profesional del sector de la construcción bajó un 13,1% entre 2012 y 2018. En el mismo período, los trabajadores del sector aumentaron en un 12,7%.

Al observar los años de escolaridad promedio, la construcción alcanza 10,1 años, por detrás de la manufacturera con 10,8, y la minería, con 11,6⁶⁸. La matrícula en carreras técnicas del área ha disminuido en cerca de 2.500 plazas desde 2014⁶⁹ y la deserción en la educación superior llega a cerca del 30%⁷⁰.

Un factor clave en la formación técnica es el involucramiento en actividades prácticas. Así lo hacen países como Suiza o Alemania con un sistema de formación dual, donde exigen un mínimo de 60 y 50 horas de actividades prácticas en un lugar de trabajo. En Singapur este número es de 30 horas⁷¹. En Chile, de sólo 15 horas.

En cuanto a la capacitación, anualmente, un 8% de los colaboradores del sector recibe capacitación de algún tipo, muy por debajo de Canadá o Reino Unido, donde un 13-16% la recibe.

Pero, además, las capacitaciones adolecen de un problema de foco: de las 80.000 capacitaciones otorgadas al año, sólo cerca de un 20% corresponde a temas y técnicas propias de la construcción, y cerca de un 60% a temas administrativos y no técnicos, como la prevención de riesgos⁷².

Respecto de la certificación de las competencias laborales, su lógica se sustenta en favorecer la empleabilidad y reducir los costos de transacción en el mercado del trabajo. Esto en la medida de que las certificaciones sean aceptadas y valoradas ampliamente en la industria.

En Chile, el sistema nacional de certificaciones se encuentra a cargo de Chile Valora. De las 20 mil certificaciones en perfiles de la construcción, un 56% se concentra en habilidades como instalaciones eléctricas y gasfitería, que requieren, por normativa, un sello de garantía. A nivel de industria, un 3% de los trabajadores ha sido certificado en Chile Valora, por detrás del turismo con 7%; o de la industria vitivinícola, con 23%⁷³. Aquí entran en juego variables como el tiempo que llevan disponibles los perfiles y se reconoce el avance en esta materia. Pero hay un desafío por ir a más y potenciarla como una herramienta útil para las empresas y valorada por los trabajadores.

Por otra parte, los perfiles profesionales, como arquitectos, constructores civiles e ingenieros, tienen un enorme impacto en el nivel de productividad que se puede alcanzar en un proyecto, dado que ellos lo formulan y diseñan desde un inicio. Como es sabido en la industria, en las decisiones de diseño y técnicas constructivas se juega gran parte de la productividad, y cambios o correcciones tardías tienen mayor costo y menor impacto.

El buen desempeño de estos profesionales depende de sus habilidades técnicas y prácticas; de fortalezas en colaboración y trabajo en equipo, y capacidad de incorporar nuevas soluciones a problemas constructivos.

68. Fuente: Observatorio Laboral, Sence.

69. Fuente: Ministerio de Educación.

70. Fuente: Estudio de Caracterización del Sector de la Construcción, 2017. Cámara Chilena de la Construcción.

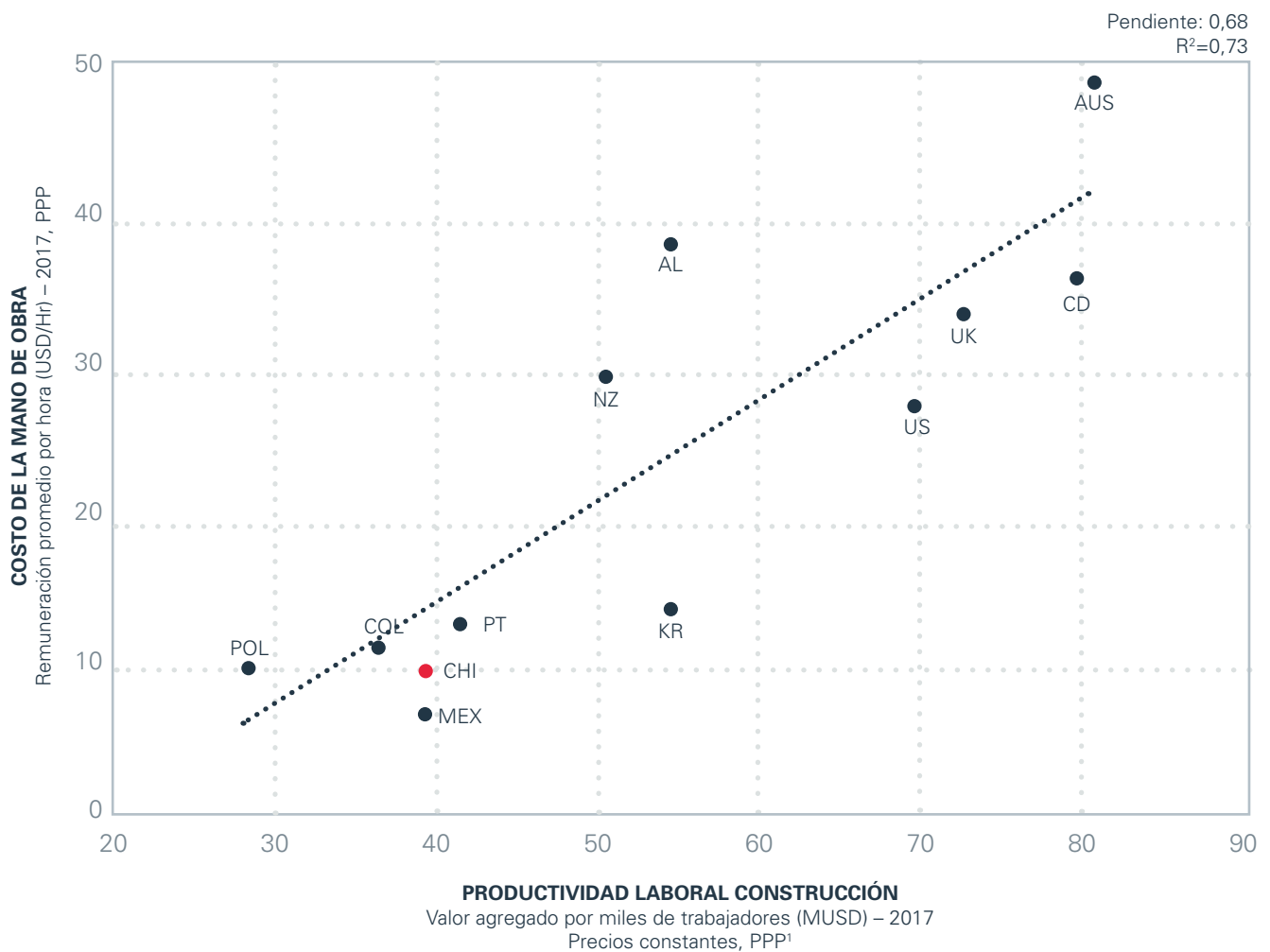
71. Fuente reporte generado por el Centro Nacional de Educación y Economía de Estados Unidos.

72. En base a capacitaciones efectuadas con beneficio tributario Sence en 2018. El restante 20% corresponde a acciones referentes a otras temáticas como computación e informática, transporte y comercio; Fuente: Sence.

73. Fuente: Chile Valora.

Relación entre el costo de la mano de obra y la productividad laboral¹ en la industria de la construcción

Países seleccionados, 2017



Fuente: Base de datos de la OCDE; Análisis Matrix Consulting

(1) Productividad Laboral medida como la relación entre: aumento en el GPD del sector de la construcción para el año 2017, (medido a precios constantes y convertido a dólares a valor del día 13 de mayo de 2020) por número de FTEs ("Full Time Equivalent") trabajando en la industria.



Con el mayor protagonismo de BIM o metodologías colaborativas como IPD que se centran en el trabajo multidisciplinario como un medio para optimizar soluciones técnicas, estas destrezas son fundamentales.

Pero desde la perspectiva de la capacitación, un 68% de los ingenieros civiles y 80% de los arquitectos en Chile, no recibe ningún tipo de capacitación al año⁷⁴. Desde la perspectiva de la formación de estos profesionales, se observa que sólo entre un 2% y un 7% de los cursos de las mallas de las carreras de construcción son del área de la innovación y tecnología; y entre un 8% y 13% talleres o trabajo práctico⁷⁵.

Este último dato muestra la relevancia en alinear los contenidos en los cuales se forma a futuros profesionales y técnicos, con las necesidades prácticas de la industria. Este aspecto es un desafío para todas las áreas del conocimiento, pero especialmente relevante para una disciplina tan técnica como la construcción en una industria que se capacita poco. Otro dato respecto al alineamiento de estos contenidos es que, si bien las universidades y centros

de formación técnica han incorporado BIM a sus mallas curriculares en los últimos años, su enseñanza aún se encuentra enfocada en el uso de softwares y análisis de información. Por ejemplo, sólo el 33% de los programas de arquitectura que incluyen BIM, consideran aspectos relacionados a la metodología, el trabajo multidisciplinario o el manejo de estándares⁷⁶.

Atracción de talento

El envejecimiento de los trabajadores de la construcción es una potente señal del problema que tiene la industria para atraer nuevo talento. La edad promedio pasó de 39 años en 2011, a 42 años en 2017⁷⁷.

Luego del sector silvoagropecuario, que ocupa el primer lugar, la construcción es el rubro donde se declara la mayor dificultad para encontrar mano de obra (aunque el indicador ha caído los últimos 5 años, luego de alcanzar su máximo en 2015).

Si bien la remuneración promedio de los trabajadores de la construcción ha crecido a un ritmo de 2% anual en los últimos 5 años, esta es aproximadamente un 10% menor que el sueldo promedio en Chile⁷⁸. Pero existen otros factores de decisión personal, que motivan a las personas a acercarse a una industria.

Una muestra es el comercio, donde el sueldo promedio es 12% menor que en la construcción, pero reporta una rotación un 49% más baja y declara menor dificultad para encontrar trabajadores.

74. Fuente: Encuesta Casen 2017.

75. Fuente: Análisis Matrix Consulting en base a carreras mallas de Ingenierías Civil, en Construcción y Construcción Civil de universidades del país.

76. Fuente: Diagnóstico de formación de capital humano que considera 103 programas universitarios y 336 programas de institutos y centros de formación técnica. Fuente: PlanBIM.

77. Fuente: Estudio de Caracterización del Sector de la Construcción, 2017. Cámara Chilena de la Construcción.

78. Sueldo promedio de la construcción de CLP 507.512, para 2020. Fuente: Estudio de Caracterización del Sector de la Construcción, 2020. Cámara Chilena de la Construcción.

A nivel global, este fenómeno es familiar. En Reino Unido, un 50% de los alumnos de último año de colegio considera a la industria como “sucias” y/o “extenuante” mientras que sólo un 11% la considera “emocionante”, y el grupo de trabajadores de 20 años o menos ha bajado en un 17% entre 2010 y 2018⁷⁹. En Estados Unidos, la media de edad de los trabajadores del sector está 1 año por sobre el promedio de los trabajadores del país⁸⁰.

Las condiciones del entorno de trabajo son otro factor. La construcción, por su naturaleza física, es una industria de mayores índices de accidentes laborales, alcanzado una tasa de 3,9 por cada 100 trabajadores, por sobre la minería (3,4), el comercio (3,6), pero igual a la agricultura (3,9), y bajo la industria manufacturera (4,4)⁸¹.

La inclusión laboral que permite atraer talento a la industria también es un punto débil. La participación de la mujer es de un 6 a un 11% en Chile. Reino Unido, con una tasa de 16%, se propuso como meta llegar al 25% en los próximos años. Aunque la fuerza física suele ser indicada como la principal razón de la baja participación, las mujeres declaran que el ambiente machista es el mayor factor determinante⁸².

El ejemplo de Reino Unido es un caso de cómo la industria puede articularse para atraer talento. Solo 3% de los jóvenes entre 18 y 25 años declaraba interés en estudiar carreras en un rubro que emplea al 6,6% de la fuerza de trabajo. Bajo este escenario nació GoConstruct, una iniciativa que reúne a más de 200 empresas del sector y colegios, con el objetivo de incentivar a jóvenes a incorporarse a la industria de la construcción.

79. Fuente: *European Construction sector Observatory*, 2017.

80. Fuente: *Big Rentz*, “*Construction Statistics*”.

81. Fuente: *Superintendencia de Seguridad Social*.

82. Fuente: *GoConstruct*, UK.

Este esfuerzo sectorial se basa en 3 pilares. Una característica que destaca en el programa es el acercamiento dirigido a los padres y consejeros vocacionales, entendiendo su alta capacidad de incidir en las decisiones de los estudiantes. La iniciativa ya ha mostrado resultados positivos en el sector, mejorando la percepción positiva hacia la construcción en un 26% según últimas encuestas realizadas a estudiantes.



4.5 Institucionalidad y regulación

La institucionalidad y regulación juegan un papel fundamental en el desarrollo de la construcción, marcando un rayado de cancha y estableciendo las reglas del juego bajo el cual se desempeña la actividad. Estas condiciones son sumamente relevantes dada la naturaleza de los proyectos, con un ciclo de desarrollo y ejecución extenso -que, en promedio, va de 3 a 5 años para obras de edificación en altura, y de 4 a 10 años para obras viales-, y una alta inversión y capital de trabajo involucrado. **La incidencia del entorno regulatorio es aún mayor en obras públicas, donde el Estado es, además de regulador, el mandante.**

Esto se condice con el análisis de las variables que inciden en la productividad de las obras del Estudio, donde se encuentra que en las obras de infraestructura vial los factores externos y regulatorios explican el 65% de su productividad. En edificación en altura, en cambio, estos factores son del orden del 20%.

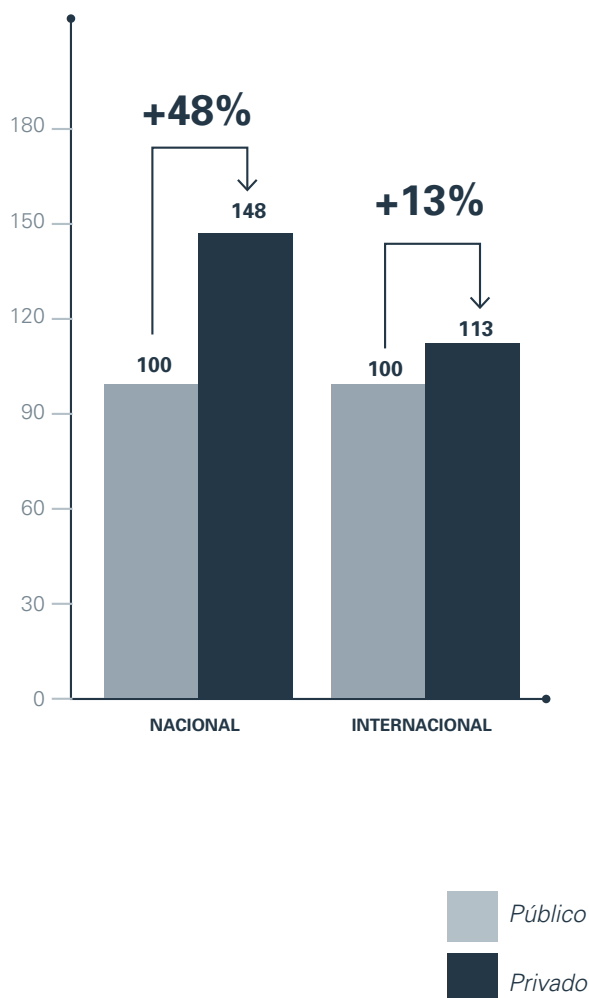
En términos generales, los rankings muestran un descenso de Chile, síntoma de una regulación que no se ha actualizado respecto a las mejores prácticas internacionales. En carga regulatoria, nuestro país se encuentra en el número 77° en 2019 (+32 vs 2015), muy por detrás de Nueva Zelanda (25°), Estados Unidos (14°) o Singapur (1°)⁸³. Todos estos países han mejorado sus indicadores en la materia. Por otra parte, respecto a la facilidad para tramitar permisos de construcción, Chile se encuentra en el número 41° en 2019 (+17 vs 2015). Nuevamente, precedido con ventaja por los países referentes en productividad en construcción.

Más allá del marco institucional general del país, los factores regulatorios que afectan a las obras de construcción difieren significativamente según el tipo de proyecto y mandante. Por ello, estos factores deben ser abordados separadamente para obras de infraestructura vial (mayormente de mandante público) y edificación en altura (mayormente de mandante privado).



Productividad promedio según tipo de mandante¹

Venta Hora Trabajada; miles de CLP por HT ajustados por PPA², promedio de muestras base 100



Fuente: Información proporcionada por empresas participantes del Estudio de productividad; Análisis Matrix Consulting.

(1) Incluye obras de los siguientes países: EEUU, Canadá, Reino Unido, Suecia, Alemania y Japón; (2) Se aplicó el factor de paridad de poder adquisitivo para ajustar la venta de países referentes, y se convirtió a CLP usando el dólar promedio 2019 (USD = 691 CLP)

83. Fuente: *The Global Competitiveness Report, World Economic Forum.*

Infraestructura Vial

Con cerca de USD 1.600 millones anuales de inversión -un 62% del presupuesto de inversión del Ministerio de Obras Públicas (MOP)⁸⁴ -, la Dirección de Vialidad del MOP es el principal mandante de obras de infraestructura vial en Chile. Como tal, la gestión de sus contratos y la institucionalidad que les da sustento determinan la suerte de gran parte de las obras viales que se ejecutan en el país.

La muestra internacional revela que las obras viales de mandante privado tienen, en promedio, un 13% más de productividad que las públicas. En Chile, se mantiene este comportamiento, pero con una diferencia más significativa: obras de mandante privado son un 48% más productivas que sus pares de mandante público.

Los factores que generan estas diferencias pueden ser agrupados en sistema de contratación pública (contratos, proceso de licitación, modificaciones, etc.); gestión pública e institucionalidad (cambios de servicio, rol del inspector fiscal, expropiaciones, etc.).

Partiendo por el **sistema de contratación pública**, un primer aspecto es la calidad de los diseños. Países referentes invierten 5 a 7 veces más en diseño que Chile⁸⁵, donde actualmente es cerca de un 2,0 a 2,5%.



A esto se suma la desactualización, dado que, en promedio, transcurren 5 años desde que un proyecto es terminado hasta que comienza su ejecución⁸⁶. A esto se suman deficiencias en las licitaciones, donde, por ejemplo, el proceso de respuestas es excesivamente rígido, o las bases se encuentran defectuosas y carecen de especificaciones técnicas. Estas condiciones aumentan los riesgos para los oferentes y reducen la capacidad de asignar los recursos de manera eficiente.

La fragmentación de proyectos también limita la productividad. Esta se da en dos dimensiones. La primera, al separar los contratos de diseño de los de construcción, impidiendo la colaboración para acortar los tiempos del ciclo diseño-ejecución. Esta modalidad contractual se da bajo el decreto 75⁸⁷, el cual es absolutamente predominante en los contratos de la Dirección de Vialidad⁸⁸. En 2019, mientras ~750 obras viales se realizaron bajo el decreto 75 (ejecución) y ~170 bajo el decreto 48 (diseño), se realizaron cero obras bajo el decreto 108 (diseño y construcción).

84. Fuente: Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.

85. Medido como gasto en la etapa de diseño sobre el gasto total del proyecto (diseño más ejecución).

86. Contar con diseños actualizados es sumamente relevante dado el cambio permanente del entorno y de las condiciones del terreno. Una declaración de un administrador de obra ilustra este punto: "La elevación del terraplén ya no coincidía con el entorno, donde se habían construido casas que quedarían sin accesos y caminos que quedarían cubiertos".

87. Decreto 75 de 2004 del Ministerio de Obras Públicas.

88. En 2019, mientras 750 obras viales se realizaron bajo el decreto 75 (ejecución), ~170 bajo el decreto 48 (diseño), se realizaron 0 obras bajo el decreto 108 (diseño y construcción).



La segunda dimensión se da en el alcance de los proyectos, los cuales son parcelados y de menor escala. Un 58% de los contratos de la Dirección de Vialidad son por montos menores a CLP 1.000 millones⁸⁹, pero según se observa en el benchmark, los con contratos entre CLP 5.000-10.000 millones, y mayores a CLP 10.000 millones, promedian una productividad un 33% a un 50% más alta, respectivamente, que los por montos menores a CLP 5.000 millones. Este resultado indica la existencia de economías de escala no capturadas producto de la fragmentación.

Dentro de cualquier contrato, especialmente en obras de gran envergadura, es esperable que ocurran modificaciones o situaciones imprevistas que deban ser gestionadas. Las mejores prácticas internacionales consideran mecanismos de resolución temprana de controversias, evitando en el 90% de los casos llegar a la vía de la judicialización⁹⁰.

En Chile, en el 63% de los contratos públicos de construcción, se genera algún tipo de conflicto entre mandante y contratista⁹¹. Este número puede considerarse alto, pero el conflicto por sí mismo no es el problema, sino la manera en que éste se resuelve. El método de resolución en Chile ha tendido hacia la judicialización: desde 2013 a 2019, las causas civiles ingresadas a juzgados por empresas que demandan al MOP, se ha multiplicado en 6,4 veces, creciendo a una tasa de 36% anual. Estos litigios que, en promedio pueden tomar 7 años, generan costos directos para ambas partes, e inyectan mayor incertidumbre a un sistema ya estresado.

Otra consecuencia de problemas en los diseños suele ser la modificación del contrato. Cerca del 75% de los proyectos de la Dirección de Vialidad sufre al menos una modificación, y estos aumentan, en promedio, un 6% el monto de sus contratos. Existe una correlación entre la cantidad de modificaciones de un contrato y la pérdida en productividad de las obras. Una razón para ello es el tiempo que demora cada modificación en ser tramitada. Puede tardar ~4 meses en ser aprobada, 4 veces mayor que el promedio de ~1 mes en países referentes.

En la provincia de Ontario, Canadá, las solicitudes de modificación tienen un plazo máximo de 30 días para ser resueltas. Pero el gerente de proyecto a cargo cuenta con la facultad para aprobar, dentro del mismo

89. Muestra de 808 contratos de ejecución de obras de la Dirección de Vialidad en base de inversión 2019.

90. Fuente: *Dispute Resolution Board Foundation*.

91. Se entiende por conflicto como cualquier tipo de divergencia durante la ejecución del contrato, resuelta por las partes o terceros, con o sin reclamo formal. Fuente: Modelos de contratación de obra pública: un análisis comparado a nivel internacional, Gerencia de Estudios CChC.

día, modificaciones menores a USD 30 mil⁹². En el Reino Unido el tiempo máximo es de 2 semanas. Todos estos trámites tienen un proceso claro, con criterios definidos, y períodos máximos de respuesta.

Por último, el actual sistema de contratación pública bajo el decreto 75 del MOP, acota a un máximo de 30% el monto posible a subcontratar en una obra. Esta condición podría estar restringiendo un modelo de gestión eficiente y el desarrollo de una industria especializada, limitando el óptimo de productividad. Más aún, se observa que el porcentaje de subcontratación en obras internacionales promedia cerca de un 50%, y llega en algunos casos hasta el 76%, lo que evidencia un modelo organizacional más especializado.

Con respecto a la **gestión pública y la institucionalidad involucrada**, se pueden identificar múltiples factores que interactúan a lo largo de la ejecución de una obra y que afectan su desarrollo. Uno de ellos es el rol del inspector fiscal, quien tiene la responsabilidad de velar por el cumplimiento de un contrato. La carga de estos administrativos ha pasado de un promedio de 1,63 contratos por inspector en 2016 a 1,84 en 2019 (+13%). En algunas regiones, este indicador fluctúa entre 3 a 4 contratos por uno. Por otra parte, actores de la industria indican que la dilatación en la toma de decisiones es la principal barrera. Estos funcionarios públicos tienen un rol primordialmente fiscalizador, sin que sus incentivos estén necesariamente alineados con el éxito del proyecto.

Otra dificultad identificada son los traslados o cambios de servicios sanitarios, eléctricos, u otros. En Chile, estos traslados promedian 122 días en ser ejecutados, ~4 veces más que en otros países referentes (39 en Estados Unidos, 31 en Canadá, y 15 en países europeos). El cambio más registrado en las obras es el traslado de redes eléctricas, con un 45% del total, junto con las de telecomunicaciones, con un 25% del total. En ambos casos, se requiere el traslado de postación, pudiendo demorarse hasta 600 días en algunos casos.

Pero los cambios de servicio afectan universalmente a los proyectos de infraestructura vial, y se identifican al menos dos buenas prácticas para su gestión. La primera, es una coordinación e involucramiento temprano entre el mandante, el contratista y el responsable del servicio a trasladar. La segunda, es la existencia de una entidad coordinadora que centralice y mandate las solicitudes de cambios de servicios, estableciendo plazos máximos y multas.

En la misma línea, los hallazgos arqueológicos no previstos, son relativamente excepcionales en proyectos viales, pero cuando ocurren, tienen un impacto significativo, ya que implican la paralización de obras hasta la aprobación de permisos por parte del Consejo de Monumentos Nacionales. El 9% de las obras de la muestra tuvo este tipo de hallazgos, y, en promedio, un impacto de 240 días de atraso (con casos de hasta 545 días).

Las expropiaciones también pueden anteposeerse en la ruta crítica de ejecución, generando atrasos. Lo usual, es que las obras que requieren expropiaciones inicien sus faenas sin todas las expropiaciones realizadas (solo un 7% las ejecuta todas previamente). Luego, dos tercios de las obras ve impactos en su planificación producto de las expropiaciones pendientes, y los atrasos por esta causa, alcanzan los 4 meses en promedio.

Todas estas barreras se van componiendo en un sistema complejo y de equilibrio poco eficiente. Desde el diseño de un proyecto hasta la gestión de su ejecución, se genera una secuencia de atrasos, modificaciones de contratos, controversias, y judicialización, que termina por mermar la productividad.

92. Un ~75% de los Gerentes de Proyectos son personal externo, no funcionarios públicos. Fuente: *Ministry of Transportation of Ontario*.



Edificación en altura

La regulación que demarca el campo de acción en el mundo de la edificación en altura se compone, principalmente, por el permiso de edificación, necesario para iniciar y recibir una obra, y las ordenanzas municipales, que regulan la etapa de ejecución. Ambas normativas son determinadas y administradas por las municipalidades. Un ~70% de la superficie autorizada en permisos de edificación corresponde a solo 15 municipalidades⁹³. Pero de acuerdo con las evaluaciones del Consejo para la Transparencia, los municipios tienen un 70% de cumplimiento en transparencia activa, contra un 85% de la administración central y un 95% de empresas públicas⁹⁴. Este diagnóstico es más preocupante si se considera que el 90% de las solicitudes de información pública en el Portal de Transparencia van dirigidas a municipalidades.

Comenzando por las etapas previas a la ejecución de una obra, la obtención del **permiso de edificación** es el primer hito para una obra de edificación. Este permiso, es entregado en concordancia con la normativa urbanística (LGUC y OGUC⁹⁵) y el plan regulador comunal o intercomunal.

En el último tiempo, la postergación de permisos de edificación producto de modificaciones a planes reguladores⁹⁶, ha aumentado fuertemente, pasando de 1.500 hectáreas postergadas en 2013, a más de 7.200 en 2019, un aumento de 8,4 veces. En ese mismo lapso, la razón entre superficie postergada y la autorizada en permisos de edificación a nivel nacional pasó de 0,9 a 4,0.

93. Permisos de edificación 2015-2018. Fuente: INE.

94. Datos 2018. La transparencia activa es la obligación que tienen los organismos públicos de entregar información relevante y actualizada periódicamente sobre su organización, contratos y contrataciones, así como distintos modos de relación con la ciudadanía (transferencias, beneficios, mecanismos de participación) entre otros. Fuente: Portal Transparencia, Consejo para la Transparencia.

95. Ley General de Urbanismo y Construcciones, y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

96. La Ley General de Urbanismo y Construcciones (artículo 117) permite a los alcaldes solicitar la postergación de permisos de edificación (hasta un máximo de un año), siempre y cuando el instrumento de planificación local esté en etapa de aprobación de su modificación o actualización.

Existen buenas razones para esta facultad alcaldía consagrada por ley, pero debe ser sopesada con la incertidumbre que el congelamiento de un permiso inyecta al momento de tomar una decisión de inversión. A esto se suman los conflictos en la interpretación de la norma urbanística que desencadenaron la invalidación, entre 2018 y 2020, de numerosos permisos ya otorgados.

La tramitación de un permiso de edificación toma en promedio 127 días⁹⁷, por sobre el plazo legal de 15-30 días, con una alta variabilidad entre comunas, dependiendo de la capacidad técnica y de gestión. Además, los criterios y procedimientos entre distintas Direcciones de Obra no se encuentran estandarizados. Otro problema del permiso de edificación es que actividades integrales a la ejecución de la obra⁹⁸, se tramitan en permisos separados, adicionando complejidad al proceso.

El atraso en la recepción municipal puede afectar la productividad de las obras. Un 34% de las obras locales de la muestra vieron impactado su programa producto de demoras en la entrega, con un atraso promedio de 37 días. Las obras con impacto por retraso en la recepción tuvieron un desvío en plazos de +22% (vs 11% del resto) y sobrecostos de 1,2 puntos porcentuales más altos. Realizar este trámite con un revisor independiente muestra no tener impacto en la celeridad de tramitación.

Durante la ejecución, las ordenanzas municipales regulan, principalmente, horarios de trabajo, de desplazamiento de camiones, y la emisión de ruido. Entre la década 2000-2009, y 2010-2019, ha aumentado en un 125% la actualización de ordenanzas municipales que regulan estos tres aspectos. Pero solo una cuarta parte de las municipalidades cuenta con una biblioteca consolidada de sus ordenanzas municipales



vigentes⁹⁹. Un 60% de las obras del benchmark en Chile indica que se vio afectada en su operación por restricciones municipales. Con desvíos en plazas 5 puntos porcentuales más altos que el 40% restante.

El procedimiento para la aprobación de estas ordenanzas municipales, regularmente, no considera un control de legalidad más allá de la propia área jurídica del municipio. Esto puede generar inconsistencia regulatoria, como es el caso de la norma de ruido, establecida de manera general por el Ministerio de Medio Ambiente¹⁰⁰. De 25 municipios estudiados, el 100% poseía una norma de ruido más restrictiva que la norma general¹⁰¹, reduciendo las bandas horarias para poder trabajar.

Las disposiciones a nivel municipal se fundamentan en la conciliación de la actividad económica con el bienestar de los vecinos que habitan en la comuna. Sin embargo, en la elaboración de ordenanzas y en la tramitación de permisos, debiera considerarse principios como la estandarización y la homologación de criterios, la transitoriedad de la etapa de construcción, y la armonía regulatoria.

97. Fuente: Calidad Regulatoria en Chile: Una Revisión de Sectores estratégicos, Comisión Nacional de Productividad.

98. Como la excavación o entibación, la instalación de faenas, o la instalación de grúa.

99. Información para las 15 municipalidades con mayor aprobación de superficie de edificación el 2018.

100. Decreto Supremo 38 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente.

101. Fuente: Comisión Nacional de Productividad.

5. La Construcción, su futuro y el impacto del COVID-19





El estudio de los países referentes en productividad entrega una ventana hacia el futuro de la construcción. Este está mayormente dibujado por la adopción de tecnología, cambios regulatorios, nuevas tendencias de demanda y, más recientemente, el efecto del COVID-19.

Las disrupciones tecnológicas que ya han ocurrido en otras industrias están tocando la puerta de la construcción. El salto de la digitalización y la industrialización están mostrando no solo ganancias significativas en productividad, sino que también cambios profundos en los modelos de negocio. La importación, por ejemplo, de baños modulares prefabricados (“pods”) o de volúmenes completos prefabricados (PPVC), abren la puerta a competidores externos para un mercado que, hasta ahora, era reino de jugadores locales. Lo mismo ocurre a nivel profesional, donde la colaboración en la nube permite diseñar y coordinar proyectos desde cualquier parte del mundo.

Esta competencia no solo vendrá desde humanos: algoritmos de inteligencia artificial ya se utilizan para automatizar el diseño y la ingeniería. Por ejemplo, se puede automatizar la configuración óptima de plantas en edificaciones modulares, o el diseño de redes eléctricas o hidráulicas.

Los cambios en las preferencias de los consumidores también tienen impacto en la construcción. La mayor inclinación hacia el arriendo, independiente de su causa, seguirá impulsando el modelo de *multifamily*¹⁰². La optimización de este tipo de activos requiere eficiencia en la operación, impulsando la adopción de BIM, y acortar plazos para la generación de flujos, favoreciendo soluciones prefabricadas. En el tiempo, estos activos inmobiliarios requieren evolucionar junto con las preferencias de los consumidores, demandando cada vez más servicios de construcción. Aquí, la modularización será clave.

Estas preferencias de los consumidores apuntan hoy hacia una *descomoditización*, demandando, cada vez más, productos personalizados que se adapten a necesidades particulares en un momento determinado. Aquí, el desafío para el modelo de negocio de mandantes y constructoras es acortar al máximo los plazos de construcción y permitir suficiente customización en elementos prefabricados masivamente.

La experiencia de países líderes en construcción permite observar que la regulación puede incluso acelerar estos cambios. Mayores exigencias laborales, restricciones a los residuos y medidas para reducir el impacto de las obras en los vecinos, dirigen las soluciones hacia la prefabricación y el traslado de trabajadores desde el sitio de construcción, a la fábrica.

Las faenas lucirán más limpias y ordenadas. El trabajo de montaje, basado en una línea de producción que comienza en una fábrica y termina

102. Este modelo se refiere a la compra de edificios residenciales con el objetivo de destinar los departamentos exclusivamente a la renta.



en la obra, requerirá de una coordinación logística a detalle. El rol de abastecimiento será clave y comenzará antes del inicio de la obra. A medida que las partes y componentes constructivos formen parte de una biblioteca estandarizada, mandantes y constructoras podrán encargarse de su fabricación para optimizar sus propias funciones de costo y plazo.

Otras tendencias, como la escasez de mano de obra calificada, junto con su contrapartida de mayores costos laborales, la menor disponibilidad de terrenos edificables en zonas urbanas y la escasez de recursos críticos (como los áridos), presionan también a mejorar la eficiencia de la industria.

A estas tendencias estructurales, se suma la irrupción del COVID-19 y la grave crisis económica global producto de las medidas para controlar la pandemia. Gobiernos de todo el mundo han planteado la inversión en infraestructura y vivienda pública para reactivar sus economías. Pero estos paquetes de estímulo buscan resultados de corto plazo, posiblemente, enfocándose en proyectos de menor escala y complejidad, que requieren menos tiempo de tramitación y pueden ser ejecutados rápidamente.

La estrechez fiscal producto de la crisis y de demandas de apoyo social directo, presionarán a la industria por lograr mayor eficiencia. Los Estados buscarán maximizar el impacto de los recursos invertidos y las empresas deberán competir en un escenario de demanda privada más deprimida. En el caso de Chile, esta podría ser una oportunidad para ponerse al día en infraestructura pública, como es el caso de infraestructura hídrica, o en el déficit habitacional¹⁰³, que ha aumentado en los últimos años.

Las medidas de distanciamiento han obligado al sector público y privado a adoptar el uso de plataformas digitales, las cuales han demostrado ser herramientas útiles y eficaces para organizar el trabajo. Las soluciones prefabricadas, que limitan el contacto de trabajadores en obra, también han sido exploradas con más interés.

Así, la pandemia podría transformarse en un hito que rompa la inercia en la transición tecnológica del Estado y de las empresas de la construcción.

103. El déficit habitacional en Chile alcanza 739.603 viviendas, en base a la encuesta CASEN 2017. Fuente: Cámara Chilena de la Construcción.



6. Recomendaciones



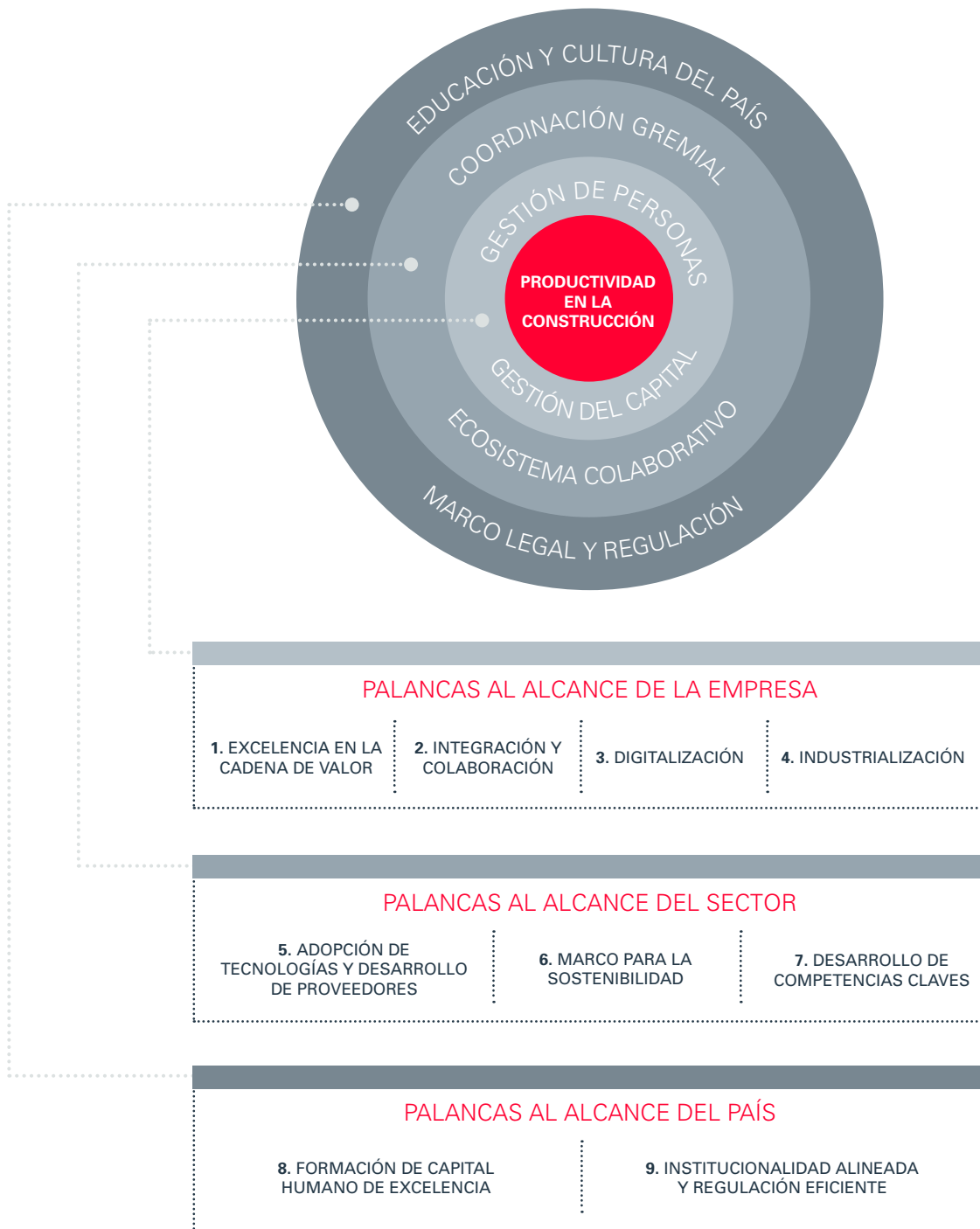


No existe una sola medida que permita, por sí sola, dar el salto en productividad. Como vimos en el diagnóstico, la productividad en la construcción se compone de una secuencia encadenada de actividades y actores que interactúan a distintos niveles. Para alcanzar el siguiente escalón en productividad, este salto debe ser dado en conjunto con todas las empresas del sector -incluyendo al gremio y proveedores-, y las instituciones país que proveen las reglas del juego.

En base a la evidencia levantada y a las mejores prácticas de la industria a nivel internacional, se proponen 9 palancas para articular este esfuerzo.



Palancas a accionar para impulsar la productividad



Palancas a nivel de la empresa

El cambio fundamental hacia una construcción altamente productiva comienza en las empresas, y abarca toda la cadena de valor involucrada en la secuencia de actividades que culmina con la ejecución de una obra. Así, las implicancias no son sólo metodológica ni tecnológicas, sino que también organizacionales y culturales.

Las propuestas están íntimamente relacionadas, y más que tratarse de iniciativas independientes, corresponden a un conjunto de prácticas, metodologías y tecnologías que se habilitan y potencian para sustentar una nueva forma de operar.

Estas iniciativas podrían mejorar los márgenes de construcción en hasta 6,4%, donde la mayor oportunidad vendría por iniciativas vinculadas a BIM, una mayor digitalización, integración de procesos e industrialización, con reducciones de costos de hasta 4,5%-6,8%.

Palanca 1: Excelencia en la cadena de valor

Una obra obtiene altos niveles de productividad cuando logra, consistentemente, un desempeño de alto estándar desde su diseño hasta su ejecución. Para ello, se requiere que todos los involucrados apliquen las mejores herramientas y metodologías que aseguren que las piezas del puzzle eficiencia calcen a la perfección.

Comenzando por un diseño que incorpore los principios de la simplicidad, estandarización, calidad del proyecto y prefabricación. La planificación sistemática bajo una metodología escalable, tanto previa como durante la ejecución y que involucre a todos los actores claves, es fundamental para una coordinación que, a medida que se incorpora más industrialización, se torna más compleja. La ejecución debe asegurar la máxima calidad como un requisito integral de cada trabajo; los costos de retrabajos deben ser medidos y reducidos a su mínima expresión.



Palanca 2: Integración y colaboración

La implementación exitosa de procesos digitalizados y de soluciones industrializadas requieren de una participación cada vez más integrada entre el mandante, diseñadores, contratistas y proveedores. Es a través de una colaboración efectiva que estas tecnologías y/o metodologías de trabajo permiten explotar y capturar el potencial que ofrecen.

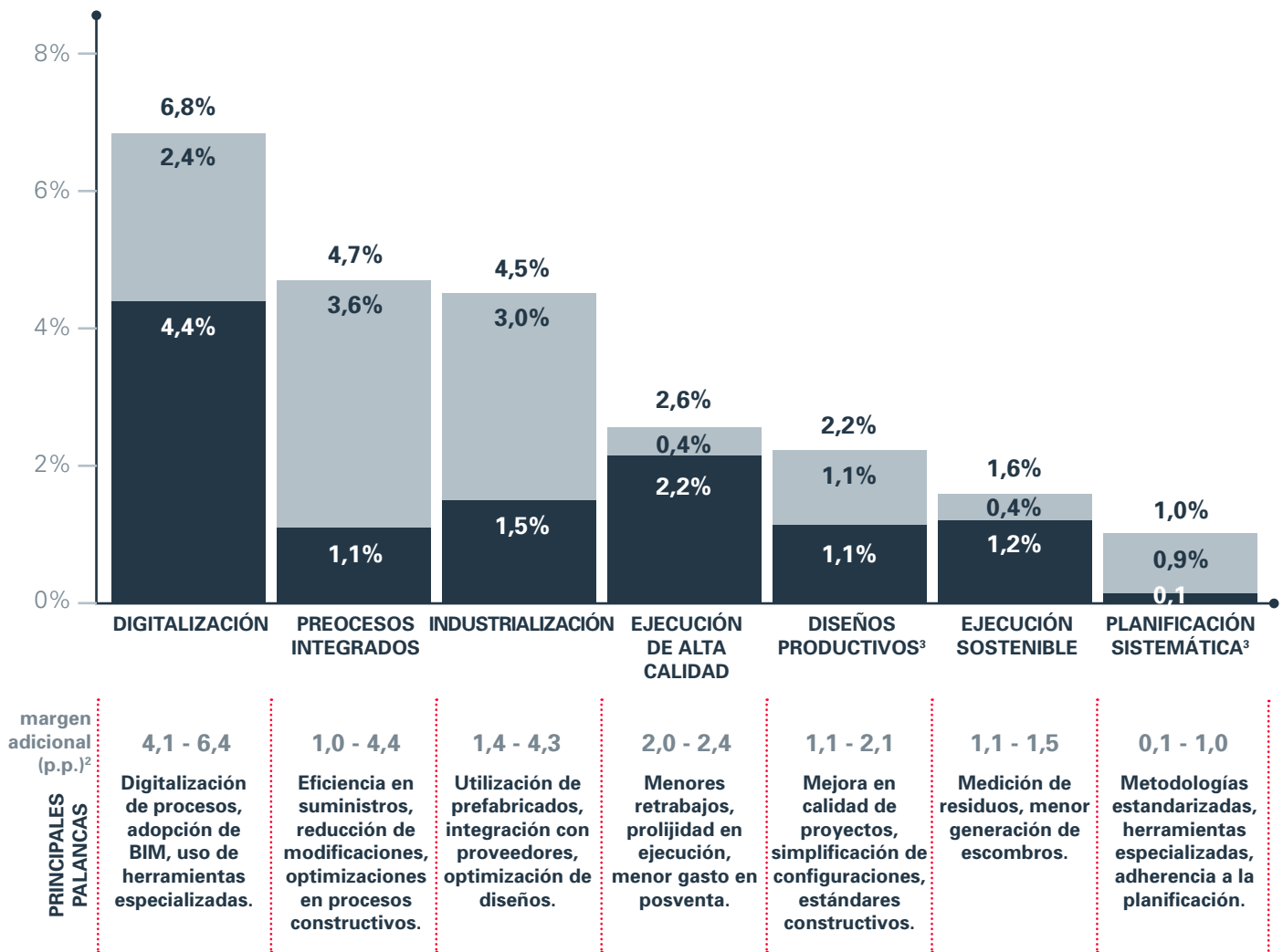
Estas prácticas permiten hacer frente al alto nivel de fragmentación de la cadena productiva y para que sean más efectivas, la integración debe comenzar lo más temprano posible, desde que un diseño comienza a ser concebido. Así se pueden tomar decisiones que optimicen un resultado global, en lugar de maximizar partes independientemente, lo cual limita el potencial de productividad.

Esta forma de operar no sólo implica un cambio cultural colaborativo, o la incorporación de herramientas que faciliten la integración; también requiere marcos contractuales que alineen incentivos y balanceen los riesgos de un proyecto, de tal forma de generar un escenario de confianza para la colaboración. Contratos bajo un modelo IPD¹⁰⁴, por ejemplo, suelen incluir al equipo de diseño, además del mandante y el contratista, y abarcan tanto la etapa de diseño como de construcción, alineando los incentivos individuales de las partes con el éxito global del proyecto.

104. *Integrated Project Delivery*

Ahorro estimado en costos según iniciativa, por proyecto¹

Porcentaje



Fuente: Estudio de Benchmark de Productividad, muestra nacional e internacional

(1) Estimación en base a análisis del benchmark internacional y casos levantados.

(2) Puntos porcentuales por sobre margen promedio del proyecto tipo, considera supuesto de monto de venta del proyecto fijo.

(3) Considera reducción en el plazo del proyecto.

(4) Escenario conservador bajo el supuesto de un 75% de captura.

Nota: Estimación realizada en base a modelación de un proyecto tipo con características promedio del benchmark nacional, como superficie construida, productividad laboral y margen.

Palanca 3: Digitalización

La transformación digital de la construcción parece un desafío lejano. Pero, por lo mismo, el espacio de mejora en esta materia es significativo.

La digitalización no solo permite ganancias en productividad mediante la automatización de procesos, sino que también habilita la colaboración mediante la adopción de estándares y el intercambio instantáneo de información. En esta materia, se propone un ecosistema digital que permita la interoperabilidad de los sistemas entre constructoras, mandantes, diseñadores, y proveedores, utilizando BIM como la columna vertebral que articule y conecte cada etapa y componente en el proceso constructivo. Esto requiere una mayor adopción de softwares especializados que permitan optimizar tareas, tanto técnicas como administrativas.

Pero la base para una operación digital es la disponibilidad de datos confiables, estructurados, y actualizados. Las empresas referentes han avanzado en su medición y recolección permitiendo asignar sus recursos de manera eficiente y tomar decisiones basadas en análisis objetivos. Así, por ejemplo, herramientas como el control automático de asistencia, el control digital de calidad, y las plataformas para gestión de personas y subcontratos, sirven para tener un mejor pulso de la productividad en sitio y optimizar los procesos al detalle.

Una vez que las empresas han avanzado en una primera etapa de adopción de tecnologías existentes, se encuentran más preparadas para generar o participar en el desarrollo de innovación. No existe una única receta para innovar, pero sí múltiples alternativas -alianzas con *startups*, desarrollo interno, fondos de *venture capital* corporativos, entre otros- por lo que cada organización debe considerar sus capacidades y recursos disponibles.

Palanca 4: Industrialización

Un diseño pensado en la productividad, la integración temprana, y la digitalización de la mano de BIM, confluyen hacia la industrialización de la construcción. Dentro del espectro más amplio de la industrialización, destacan la modularización y el uso de prefabricados, como soluciones constructivas más rápidas, eficientes y con menor generación de residuos. Estas implican un cambio de fondo en la manera de desarrollar proyectos, al tener como requisito la integración de proveedores desde el comienzo y por lo tanto requiere un cambio en la manera de relacionarse con ellos, considerándolos como socios en la generación de valor compartido, y formando relaciones de largo plazo que permitan apalancarse y capturar economías de escala.

La industrialización también conlleva una mayor especialización, tanto en la fase de diseño como en la de ejecución. El cambio en esta última es más visible, ya que los trabajadores en sitio deben adquirir conocimiento específico para pasar de ser transformadores de materia prima, a expertos en montaje de partes y piezas.

Este giro tiene implicancias más profundas. A medida que se obtienen las economías de escala, el desarrollo de proyectos va tendiendo hacia la repetición de productos estandarizados, con un cierto nivel de customización, alejándose de un modelo en base a proyectos únicos. Un alto nivel de industrialización, y en particular de prefabricado, tiende a generar cambios en la estrategia y en el modelo de negocios.



Palancas a nivel del sector

Las palancas a nivel sector concentran iniciativas para las cuales se requiere articular el esfuerzo de múltiples involucrados de la industria, alienando sus intereses individuales para lograr una respuesta que movilice al sector en su conjunto. En este sentido, hay iniciativas que, si bien pueden involucrar al regulador, prima el rol articulador de la industria en el éxito de las líneas de acción propuestas.

Palanca 5: Adopción de tecnología y desarrollo de proveedores

Un actor clave para impulsar la adopción de tecnología en las distintas industrias, son los proveedores, que suelen desarrollar y ofrecer nuevas soluciones. Se propone dar un impulso para desarrollar a proveedores de la construcción, y así contar con una base más amplia, confiable y especializada. Al mismo tiempo, los esfuerzos a nivel sectorial deben apuntar a acercar a constructoras y mandantes, con proveedores y la academia, para que estos últimos desarrollen soluciones que se ajusten a los dolores reales de la industria.

La definición de estándares a nivel sectorial entrega un marco que favorece la integración con proveedores y la adopción de sus productos y servicios. Así, se deben coordinar esfuerzos técnicos para generar más estándares para la medición de indicadores, desarrollo de diseños, y la elaboración de contratos tipo, entre otros.

El músculo gremial también puede ser utilizado para ofrecer herramientas que faciliten a las empresas del sector desarrollar innovaciones. Por ejemplo, mediante apoyo para la utilización del beneficio tributario de la ley de I+D, que muchas empresas no saben cómo usar. Por último, el poder comprador del Estado puede ser empleado en la adopción de tecnologías, obteniendo un doble beneficio. Por ejemplo, incorporando BIM en obras públicas de alta complejidad (como hospitales o aeropuertos) se puede obtener un beneficio directo para el Estado por reducción de costos de la operación de dicha infraestructura. Al mismo tiempo, dada la magnitud de las inversiones públicas, un plan claro de incorporación de BIM puede movilizar a la industria y desarrollar la capacidad en proveedores que también pueden servir al sector privado.

Palanca 6: Marco para la sostenibilidad

La sostenibilidad social y ambiental de la construcción depende de las acciones individuales de cada empresa, las cuales no siempre cuentan con la información o herramientas para gestionar correctamente estos dos mundos. Existe un espacio para encausar y proporcionar a nivel sectorial dichas herramientas y, así, generar un impacto positivo del cual todo el sector se beneficiaría. Por ejemplo, hace sentido centralizar en un solo cuerpo los esfuerzos a nivel gremial, para maximizar su poder de impacto, así como el coordinar la definición de KPI's y metas que permitan a la industria medir sus avances en términos de sostenibilidad.

Desde el punto de vista ambiental, es recomendable ampliar la adopción de materialidades alternativas que generen un menor impacto al entorno. Para facilitar esta adopción son necesarios cambios normativos y desarrollo de infraestructura; el Estado debe jugar un rol en este aspecto facilitando la inversión privada.

Por último, desde la perspectiva de sostenibilidad social, la industria y las empresas deben incorporar dentro de su forma de operar habitual, prácticas que logren mayor armonía en su relación con el entorno y en su vínculo con los colaboradores. Si bien hay esfuerzos y avances relevantes en términos de seguridad, hoy se presentan nuevos desafíos como, por ejemplo, la salud mental de los trabajadores y la inclusión de la mujer en el mundo de la construcción. Así, las empresas, en colaboración y coordinación con el gremio, tienen la oportunidad de actuar proactivamente ante un escenario que se avizora cada vez más complejo de gestionar.

Palanca 7: Desarrollo de competencias claves

Un nuevo modelo operativo, más integrado, digital, y eficiente, requiere de personas que cuenten con capacidades técnicas y de gestión para aprovechar su potencial. Por ejemplo, migrar hacia un modelo intensivo en prefabricado requerirá de ingenieros que comprendan como integrar estructuralmente estos elementos en sus diseños; arquitectos que utilicen plataformas de colaboración BIM; administradores de obra expertos en gestión logística, y obreros con capacidad técnica para montar en sitio.

Así, el sector debe trabajar para alinear la formación de técnicos y profesionales a las nuevas necesidades de la construcción. Para esto, el rol coordinador del gremio puede ayudar a actualizar el marco de cualificaciones y los perfiles del sector, en base a las proyecciones de las necesidades futuras en cuanto a competencias. Pensando en adaptarse en el corto plazo, también debe potenciarse el aprendizaje continuo a través de capacitaciones alineadas a las proyecciones de demanda, asegurando su calidad y reconocimiento.

Otra herramienta a potenciar es la certificación, por ejemplo, a través de credenciales de salida. Este tipo de mecanismos agilizan la contratación y disminuyen los costos de transacción para la industria en general.

Estos mecanismos sólo tienen valor en la medida en que la industria en su conjunto y, en particular, las empresas, tengan confianza en ellos. El rol articulador y de liderazgo del gremio juega un papel central en generar esta confianza, respaldando los mecanismos de capacitación y certificación, y entregando herramientas a las empresas para su implementación.

También de manera articulada, la industria debiera potenciar el atractivo de la industria, generando espacios de difusión y acercamiento que permitan hacer crecer el universo de talento disponible, junto con realizar acciones concretas para mejorar las condiciones que afectan el atractivo de la construcción como, por ejemplo, la diversidad.



Palancas a nivel país

A nivel país la palanca se centra en iniciativas para una institucionalidad que logre ponerse al día con los desafíos del sector y que se transforme en un habilitador de la productividad, y no en una restricción. Las iniciativas deben ser específicas al tipo de construcción, segmentándolas en aquellas dirigidas a obras viales y a obras de edificación en altura.

Palanca 8: Formación de capital humano de excelencia

Si bien el grueso de las iniciativas respecto de capital humano involucra un esfuerzo de coordinación gremial, disponer de profesionales y técnicos de excelencia es una condición del entorno país. A este nivel, ya existe una institucionalidad establecida, a través del Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) y de la franquicia tributaria, para la capacitación continua de trabajadores.

Las iniciativas en esta materia apuntan a fortalecer estos mecanismos para apalancarse en la institucionalidad existente. Por ejemplo, promoviendo esta franquicia tributaria en el sector de la construcción, para aumentar su adopción por parte de empresas.

Haciéndose cargo de las dudas de la calidad de estas capacitaciones, se propone implementar mecanismos para acreditar organismos de capacitación

(OTECs) y generar estudios objetivos de medición de impacto de las instrucciones impartidas. Además, se busca modernizar los mecanismos de pago, generando esquemas de subsidios diferenciados, según contenido, calidad y métodos utilizados.

Palanca 9: Institucionalidad alineada y regulación eficiente

Respecto a las **obras viales**, las propuestas abordan, principalmente, modificaciones a la normativa de los contratos públicos y su gestión. El sentido general de ellas apunta a generar un ambiente de mayor colaboración entre el contratista y el mandante público. Para ello, se busca entregar mayor claridad en los criterios de decisión, procedimientos más simples, y remover barreras que impiden innovar o alcanzar soluciones más eficientes que beneficien al mandante y al contratista, pero también a la población en general que hace uso de la infraestructura pública.

Se estima que estas iniciativas, en su conjunto, pueden ahorrar cerca de CLP 95.000 millones anualmente, lo que significa cerca del 10% del presupuesto anual de la Dirección de Vialidad. Este monto permitiría realizar 90 obras viales adicionales.

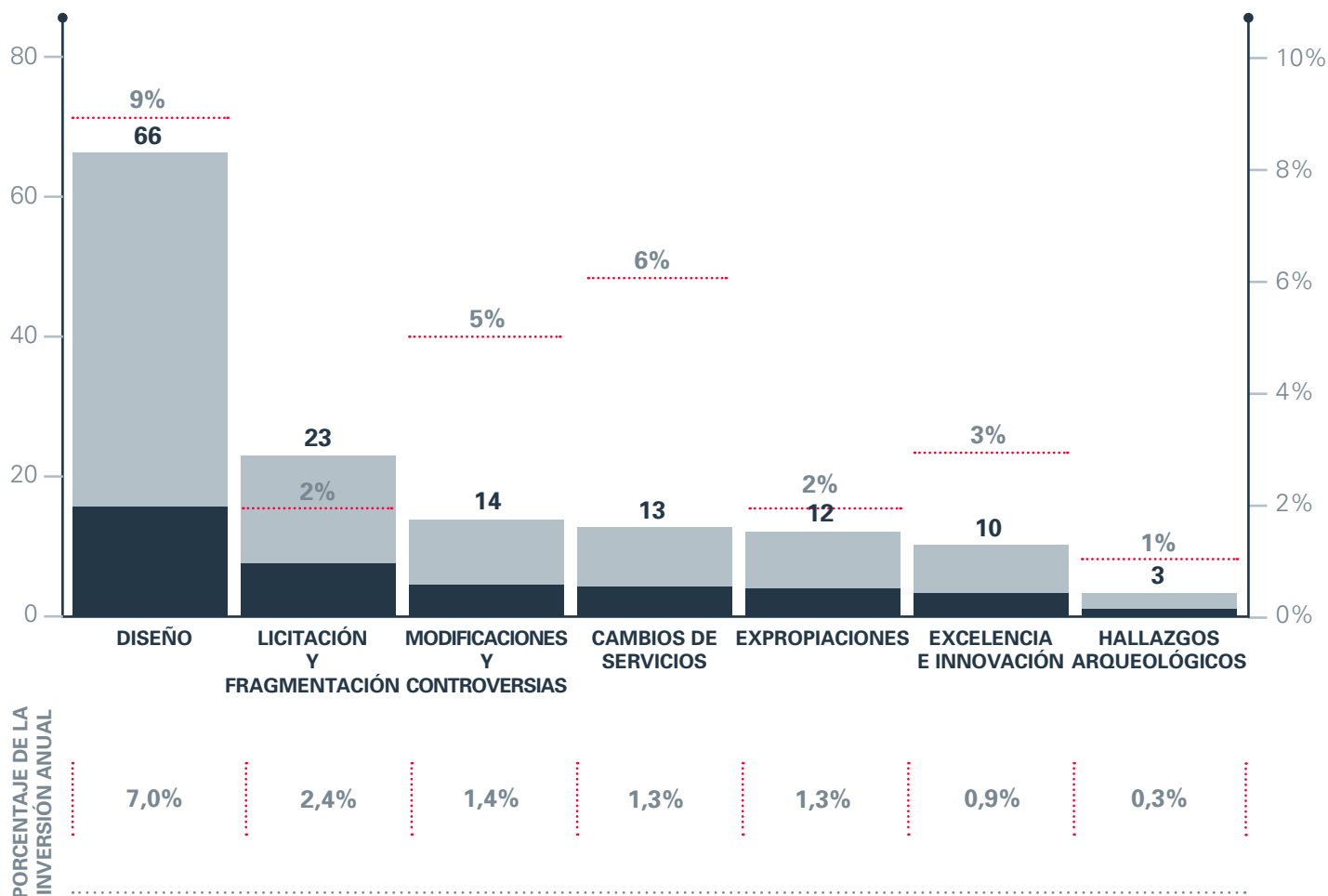
Mejoras a los diseños, a procesos de licitación y reducción de fragmentación, y la resolución de controversias, tendrían el mayor impacto, con el potencial de reducir costos desde CLP 14.000 a CLP 66.000 millones, y disminuir plazos de ejecución hasta en un 9%.

Para obras de edificación en altura, las iniciativas apuntan a estandarizar y dar claridad de los criterios de tramitación de permisos, y mayor visibilidad a la normativa aplicable, en particular, respecto de las ordenanzas municipales. Además, se propone revisar la normativa para impulsar la convergencia regulatoria entre municipios y asegurar la consistencia entre los distintos niveles, conciliando las disposiciones nacionales con las de nivel municipal. En su conjunto, las iniciativas también contribuirían a generar mayor certeza para las decisiones de inversión.

Estimación de ahorro en costos y plazos para la Dirección de Vialidad, anual

Cifras en miles de millones de CLP en la ejecución de las obras, 2020

Ahorro en costo (optimista)
 Ahorro en costo (conservador)
 Ahorro en plazo (escenario medio por proyecto)



POTENCIAL TOTAL ESTIMADO

95 mil millones CLP
de ahorro en costo para Vialidad

~10%
de ahorro en la inversión anual

~90
obras adicionales se podrían ejecutar durante el año

Fuente: Análisis Matrix Consulting. Estudio de Benchmark de Productividad, muestra nacional e internacional; Inversión anual de Vialidad 2019.

(1) Corresponde a la suma de Diseño, cambios de servicios, expropiaciones y hallazgos arqueológicos, cuyos beneficios no se debieran traslapar.

Nota: estimación de ahorro realizada según comparación de obras que tuvieron problemas relacionados a cada tema y las que no. Se consideró también el porcentaje de obras que se verían beneficiadas por la iniciativa, una captura conservadora del 25% y una optimista del 75%, y costos operacionales asociados. Para el caso de fragmentación y excelencia e innovación se usaron casos internacionales de ahorro y mismos supuestos de captura.

Palancas e iniciativas para las empresas

EXCELENCIA EN LA CADENA DE VALOR

INTEGRACIÓN Y COLABORACIÓN

DIGITALIZACIÓN

INDUSTRIALIZACIÓN

- 1 DISEÑOS PRODUCTIVOS:**
 > Incorporación de **principios productivos** en el diseño (p.e.: estandarización, simplicidad, prefabricación, calidad) que favorezcan el ritmo y calidad de la construcción, minimizando interferencias ligadas al diseño.
- 2 PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA:**
 > Adopción de **metodología estándar de planificación** (p.e.: *Last Planner*) en todas las obras, apoyado por softwares especializados, entregando la máxima visibilidad y sirviendo de apoyo clave para la coordinación general de los proyectos y obras.
 > Implementar la planificación de manera integral al ciclo completo de proyectos, desde su desarrollo y con especial énfasis en la ejecución.
- 3 EJECUCIÓN DE ALTA CALIDAD:**
 > **Cuantificación** y gestión del **retrabajo** en las obras como medida de excelencia operacional.
 > Búsqueda de la **excelencia en la ejecución mediante la generación de valor**, dando foco a **indicadores** para optimizar el uso de recursos y minimizar los desperdicios físicos y de trabajo.
- 4 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE:**
 > Incorporación de la **sostenibilidad ambiental y social** como un **principio** en la construcción y en la oferta de valor.
 > Favorecer la sostenibilidad desde los **diseños**, mejorar el registro y **trazabilidad** de datos, **capacitar** a los trabajadores y fortalecer la relación de manera temprana con las **comunidades**.
- 5 PROCESOS INTEGRADOS:**
 > **Integración de actores** principales a lo largo de la cadena de valor de manera temprana y permanente (mandante, constructora, equipo de diseño y contratistas), alineando incentivos y propiciando una colaboración efectiva.
 > **Adaptación de procesos para habilitar la integración**, a través de la adopción de estándares y la disponibilización de información.
- 6 CONTRATOS COLABORATIVOS:**
 > **Adopción de contratos** entre los actores principales que alineen incentivos, compartan riesgos y beneficios, y determinen responsabilidades, favoreciendo la colaboración a lo largo del proyecto (p.e: contrato de alianza o *Integrated Project Delivery*).
- 7 ECOSISTEMA DIGITAL:**
 > Incorporación de **BIM** en su máximo potencial en toda la cadena de valor, integrando procesos digitalmente para una gestión colaborativa.
- 8**
 > Utilización de **softwares especializados** para el control y gestión de indicadores relevantes en los distintos procesos.
 > Incorporación de **mecanismos de innovación** en la empresa, ya sean internos como externos, que permitan desarrollar tecnologías más productivas.
- 9 MEDICIÓN Y GESTIÓN DIGITAL DE DATOS OPERACIONALES:**
 > Definición de métricas y posterior levantamiento de **datos operacionales** necesarios para una gestión de excelencia, de forma estándar y **digital** (digitalizando y midiendo eficiencias en el registro de asistencias, gestión de calidad, gestión de subcontratos, retrabajos, requerimientos de información, control de inventario, diseño, estimación de costos, entre otros).
- 10 INDUSTRIALIZACIÓN:**
 > Adopción de soluciones constructivas como la **prefabricación** de elementos complejos y la **construcción modular**.
 > La industrialización debe ser parte del core del desarrollo de proyectos, como una parte integrante del modelo operacional.

Líneas de acción para tecnologías y desarrollo de proveedores

INCORPORAR TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN PROYECTOS PÚBLICOS

11 INCORPORAR BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS:
> Incorporar uso de BIM en bases de licitación de proyectos públicos, mediante TDR¹⁰⁵ estandarizados, con foco en obras de mayor complejidad (p.e.: hospitales, puertos, aeropuertos), y mandar su uso dentro del MOP, MINVU y MINSAL mediante un plan progresivo. Plan debe considerar priorización de obras, dar previsibilidad de implementación al sector privado (p.e.: 100% de hospitales BIM al 2023), y contemplar la incorporación de capacidades técnicas en ministerios.

12 CREAR OBSERVATORIO BIM DE PROYECTOS PÚBLICOS:
> Medir los resultados de la implementación de BIM en proyectos públicos mediante KPI's estandarizados (p.e.: 4 niveles de madurez de UK), con el objetivo de optimizar los TDR de BIM y visibilizar implementación de los planes ministeriales.

13 INCORPORAR SOLUCIONES INDUSTRIALIZADAS EN PROYECTOS PÚBLICOS:
> Incorporar incentivos al uso de soluciones industrializadas en bases de licitación, priorizando proyectos de mayor factibilidad en el corto plazo, como escuelas, vivienda DS19 y CESFAM.

14 ROBUSTECER LAS CAPACIDADES DE PROVEEDORES (SUBCONTRATISTAS) MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS:
> Ofrecer capacitaciones en las principales brechas identificadas (p.e. tareas administrativas, planificación, gestión de proyectos, metodología BIM, procesos de solicitud de financiamiento) y generar programa de certificaciones técnicas independientes para proveedores, que permita validar y asegurar sus competencias y calidad.

15 ROBUSTECER OFERTA DE PROVEEDORES DE PREFABRICADOS:
> Potenciar la propuesta de valor de proveedores desde el CCI, ayudándolos a reenfoque su estrategia comercial a ejecutivos clave mediante la construcción de casos de éxito certificados. Crear programa de certificaciones a través de un organismo técnico independiente que asegure estándares en términos de calidad y seguridad de productos.

16 DESARROLLAR STARTUPS DE LA CONSTRUCCIÓN:
> Establecer programa de innovación abierta anual desde la CChC, presentando problemáticas específicas de empresas a ser resueltas. Continuar programa **Construir Innovando**, con foco en acompañar el desarrollo de *startups* mediante iniciativas de asesoramiento por parte de expertos y ejecutivos de la industria, favoreciendo el desarrollo de soluciones a problemáticas de mayor impacto.

DESARROLLAR PROVEEDORES PARA LA INDUSTRIA

DEFINIR ESTÁNDARES PARA ACELERAR ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS

APOYAR LA ADOPCIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN EMPRESAS

POTENCIAR LA COLABORACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA

- 17 IMPULSAR DISEÑOS QUE HABILITEN UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD:**
 > Generar y disponibilizar metodología e indicadores para medir la productividad en el diseño, siguiendo como ejemplo el *Buildable Design Appraisal System del BCA*¹⁰⁶ de Singapur, y generar biblioteca de soluciones de diseño estándar, implementando un proceso de mejora continua e incorporación de nuevas soluciones.
- 18 IMPULSAR USO DE CONTRATOS QUE INCENTIVEN LA COLABORACIÓN:**
 > Desarrollar y difundir a nivel gremial, modelos de contratos estándar basados en el modelo *Integrated Project Delivery*, contemplando la situación y factores locales, que permitan distribuir riesgos, costos y beneficios de manera más homogénea y promueva una mayor integración y colaboración entre el mandante y el contratista.
- 19 DEFINIR KPI'S Y METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN ESTÁNDAR:**
 > Generar herramienta en línea para comparar productividad y resultados de los proyectos en sus distintas etapas, con KPI's adoptados a nivel nacional, permitiendo evaluar correctamente el impacto de distintas soluciones constructivas.
- 20 GENERAR Y DIFUNDIR CASOS DE ÉXITO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS:**
 > Comunicar desde la CChC, en conjunto con Plan BIM y el CCI, a ejecutivos y actores claves del sector, casos de éxito certificados por organismos técnicos independientes que demuestren impactos reales en la implementación de tecnologías como BIM, digitalización de procesos, o prefabricados. Transmitir necesidad estratégica del cambio, y sus implicancias operacionales y organizacionales, para movilizar a la industria.
- 21 AUMENTAR EL USO DE LA LEY I+D EN LA INDUSTRIA:**
 > Desarrollar desde la CChC programa enfocado en difundir, asesorar y capacitar a empresas socias en el uso de la Ley I+D, especialmente en el proceso de postulación al beneficio tributario (minimizando tasa de rechazo) y en los procesos administrativos de rendición y seguimiento técnico.
- 22 GENERAR LAS CAPACIDADES PARA EL USO DE BIM:**
 > Compartir resultados de "Estudios de Demanda" y "Estudio de impacto de nuevas tecnologías" a instituciones educacionales con el objetivo de alinear mallas curriculares a las necesidades de la industria y recalcar importancia de formar a estudiantes en BIM. Generar y difundir desde Plan BIM un manual de lineamientos y buenas prácticas para la incorporación de BIM en las mallas curriculares, considerando la enseñanza multidisciplinaria entre carreras del rubro y la incorporación de BIM en instancias de trabajo práctico. Generar un diagnóstico exhaustivo desde Plan BIM de la oferta de capacitación disponible para los distintos actores y perfiles de la cadena productiva, comunicando a la industria oportunidades para capacitar a sus profesionales.
- 23 ALINEAR ACTIVIDADES DE I+D DE LA ACADEMIA CON NECESIDADES DE LA INDUSTRIA:**
 > Generar instancias periódicas desde la CChC, reuniendo directores de carreras afines con ejecutivos de la industria, para exponer necesidades del negocio y alinear las actividades académicas. Generar acuerdos para incorporar ejecutivos de empresas como acompañantes de tesis, asesores independientes en proyectos de I+D, o clientes para trabajos prácticos de grado y post grado.

106. *The Building and Construction Authority*

Líneas de acción para sostenibilidad ambiental y social

AUMENTAR PARTICIPACIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES

- 24 IMPULSAR EL USO DE MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN:**
> Actualizar la normativa que actualmente dificulta la incorporación del material en edificaciones mayores a 4 pisos (p.e.: NCh433 y NCh1198) e impulsar el uso de madera mediante especificaciones técnicas en licitaciones de proyectos públicos.
> Difundir casos de éxito certificados e informar/educar a principales ejecutivos sobre sus beneficios. Incorporar dentro de las mallas educacionales a nivel profesional de arquitectura, construcción civil e ingeniería cursos obligatorios de sistemas constructivos en madera.

IMPULSAR GESTIÓN DE RESIDUOS

- 25 IMPULSAR EL USO DE ÁRIDOS RECICLADOS:**
> Desarrollar normativa que permita utilizar áridos reciclados de hormigón en edificaciones (p.e.: NCh163 – Of 169). Generar demanda por áridos reciclados para así incentivar la inversión por parte de privados en plantas de áridos (p.e.: incorporar porcentajes establecidos de áridos reciclados en proyectos públicos). Difundir casos de éxito de edificaciones y obras viales realizadas con áridos reciclados e informar/educar a principales ejecutivos sobre sus beneficios.

- 26 IMPULSAR GESTIÓN DE RESIDUOS:**
> Capacitar a profesionales en el funcionamiento del sistema de declaración de residuos y facilitar el proceso de gestión disponibilizando recursos e infraestructura de carácter público (p.e.: red de transporte). Definir metas, KPI's y metodologías de medición a nivel industria que permitan cuantificar y evaluar el impacto de la gestión de residuos. Generar y publicar casos de éxito certificados por un organismo técnico e independiente de proyectos de construcción que hayan incorporado la gestión de residuos.

POTENCIAR SOSTENIBILIDAD SOCIAL CON FOCO EN TRABAJADORES

- 27 POTENCIAR EL FOCO OTORGADO POR LA CChC EN TEMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL:**
> Continuar con la realización de programas impulsados por la CChC, priorizando temas críticos y con efectos en productividad (p.e.: salud mental, obesidad, alcohol y drogas). Trabajar de manera conjunta con trabajadores en la elaboración de planes y estándares de seguridad, generando una mayor concientización. Entregar lineamientos desde la CChC a empresas para incorporar prácticas de **Prevención a Través del Diseño (PTD)**, mitigando riesgos desde etapas tempranas.

- 28 AUMENTAR LA DIVERSIDAD E INCLUSIÓN:**
> Generar programa enfocado en atraer un mayor número de mujeres a la industria que incluya campañas a nivel escolar, publicación de testimonios de éxito, programas de mentoring, entre otros. Compartir lineamientos y buenas prácticas a empresas para la contratación y retención de mujeres a nivel empresa.

ROBUSTECER RELACIONAMIENTO COMUNITARIO

- 29 CONCIENTIZAR A LA INDUSTRIA SOBRE LA IMPORTANCIA E IMPACTO DE LAS COMUNIDADES:**
> Desarrollar un observatorio de conflictos para monitorear crisis, identificar casos de éxito, y levantar alertas para movilizar a la industria. Generar un reconocimiento que evalúe y premie a las empresas según su gestión de comunidades. Producir y entregar a empresas, manuales y herramientas de apoyo para la realización de un relacionamiento comunitario efectivo en obras (desde la etapa de prefactibilidad con un análisis de entorno pasando por la ejecución de proyectos).

ARTICULAR ESFUERZOS A NIVEL GREMIAL

- 30 CREAR UN CONSEJO DE SOSTENIBILIDAD EN LA CChC:**
> Cuyo principal rol esté enfocado en coordinar y ejecutar temas de sostenibilidad, centralizando los distintos esfuerzos existentes hoy en día en la CChC (por ejemplo, eficiencia energética, planificación territorial y ciclo de vida de insumos de la construcción). Crear una estrategia comunicacional, coordinar esfuerzos público-privados, generar estándares y manuales de buenas prácticas.

Líneas de acción para Capital Humano

ALINEAR LA FORMACIÓN CON LAS NECESIDADES DEL SECTOR

31 ACTUALIZAR MARCO DE CUALIFICACIONES:
 > Actualizar los estándares para el sector bajo el Marco de Cualificaciones del Mineduc, simplificando y acotando el número de perfiles. Generar difusión activa por la CChC para su utilización en el sector productivo y la academia.

32 EVALUAR LAS NECESIDADES FUTURAS DE LA INDUSTRIA:
 > Generar un **Estudio de Demanda** de manera anual, mediante encuestas y entrevistas a empresas socias en torno a sus necesidades de corto plazo; y un **Estudio de impacto de nuevas tecnologías** cada 3 años, para identificar competencias requeridas para el mediano y largo plazo. Sociabilizar resultados con centros educacionales y empresas buscando alinear la formación y capacitación.

33 INCENTIVAR LA CONTRATACIÓN DE PRACTICANTES:
 > Facilitar el acceso a practicantes, asegurando la capacitación en temas de seguridad mediante una certificación de la CChC e instituciones educacionales, mitigando riesgos de accidentes para empresas. Entregar reconocimiento a empresas que cumplan con un mínimo de practicantes.

34 PROMOVER LA CAPACITACIÓN EN EL SECTOR:
 > Implementar un **Sello de Calidad CChC** para OTEC's del sector, otorgado por una entidad independiente (p.e.: ETC), que certifique la calidad docente, infraestructura, contenido de los cursos y metodologías de enseñanza. Exigir la medición y cuantificación de resultados a OTEC's como un requisito para obtener **Sello de Calidad CChC**. Generar y difundir casos de éxito de manera activa.

40 POTENCIAR EL ROL DEL SENCE:
 > Generar una mayor fiscalización de la calidad de cursos disponibles por parte del Sence mediante la acreditación de OTEC's. Impulsar **Programa de Aprendices** y aumentar su difusión en la industria para facilitar el ingreso de alumnos al rubro mediante trabajo práctico.

35 GENERAR PLANES DE CAPACITACIÓN AD-HOC A LAS NECESIDADES DE LA INDUSTRIA:
 > Entregar, por parte de la CChC, lineamientos a empresas para generar planes de capacitación enfocados en alcanzar una mayor productividad. Incluir perfil de obrero (con foco en una mayor especialización técnica y nuevas metodologías constructivas), mandos medios (foco en potenciar habilidades de liderazgo, manejo de herramientas tecnológicas y seguridad en obra), y profesionales (metodologías colaborativas, diseño enfocado en productividad, uso de prefabricados y materiales sustentables).

36 HABILITAR CREDENCIALES DE SALIDA PARA OTEC'S CERTIFICADAS:
 > Permitir la entrega de credenciales de salida a OTEC's que cumplan con requisitos de calidad (p.e.: **Sello de Calidad CChC**). Enfocar credenciales en competencias y perfiles ocupacionales ajustados al nuevo marco de cualificaciones del sector. Implementar micro-credenciales (certificación parcial), obteniendo mayor agilidad y aumentando la especialización.

37 AUMENTAR EL ATRACTIVO DE LA INDUSTRIA:
 > Priorizar temas asociados al bajo atractivo del sector (p.e.: bajo nivel de adopción tecnológica, baja participación femenina, ambiente de trabajo, etc.), y generar campañas comunicacionales enfocadas en abordarlos, entregando lineamientos y material a empresas.

38 PROMOCIONAR A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN:
 > Promover a la industria en colegios a través de campañas enfocadas en alumnos, apoderados y consejeros vocacionales. Generar concursos y proyectos a nivel escolar en torno a temáticas propias del rubro logrando motivar a alumnos.

39 GENERAR PORTAL DE EMPLEO:
 > Generar sitio web dinámico y fácil acceso focalizado en obreros, visualizando puestos de trabajo con el objetivo de agilizar y robustecer el proceso de reclutamiento para empresas y facilitar el acceso de trabajadores al sector.

PROMOVER LA CAPACITACIÓN DE CALIDAD EN EL SECTOR

IMPULSAR LA CERTIFICACIÓN EN BASE A COMPETENCIAS

POTENCIAR EL ATRACTIVO DE LA INDUSTRIA Y AUMENTAR EL TALENTO DISPONIBLE

Líneas de acción para Institucionalidad, Regulación e Infraestructura Vial

MEJORAR ESTÁNDAR DE PROYECTOS Y DISEÑOS

41 IMPLEMENTAR CONTRATOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:
> Desarrollar contratos que incluyan las etapas de diseño y construcción, alineando incentivos de productividad, y que sean aplicados según las características del proyecto (como tamaño e incertidumbre), permitiendo al contratista desarrollar la ingeniería a detalle, acortar ventana entre diseño y ejecución. Evaluar modificaciones al DS MOP 108, respecto al mecanismo de licitación que obliga a oferentes a aceptar modificación del MOP.

42 FLEXIBILIZAR Y MEJORAR CONTRATACIÓN DE DISEÑO:
> Aumentar la inversión en los estudios de ingeniería, flexibilizando la cantidad de sondajes y topografía a realizar, licitando el diseño en base a calificaciones e incorporando visitas a terreno dentro del presupuesto.

43 GENERAR UNA INSTANCIA DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTES DE LICITACIÓN:
> Identificar los proyectos que deben ser actualizados antes de la licitación, definiendo una metodología de evaluación de riesgo que incluya, por ejemplo, antigüedad, tamaño del proyecto y cambios de normativa aplicable.

44 MEJORAR PROCESO Y BASES DE LICITACIÓN:
> Establecer requisito para que bases sean documentos 100% digitalizados, asegurando su legibilidad, implementando una encuesta de evaluación que permita evaluar el proceso realizado por el mandante y replicando el modelo de *negotiated procurement*, en el que proponentes puedan proponer modificaciones al proyecto.

45 INCORPORAR EL SISTEMA DE CONTRATACIÓN FRAMEWORK:
> Homologar el sistema de licitación existente en Reino Unido, en el que para un período de 3 a 5 años se licita un conjunto de obras a más de un contratista, adjudicando en forma equitativa las obras a empresas en el primer año, y luego asignando obras a empresas con mejor desempeño en base a criterios objetivos predefinidos.

46 ADOPTAR CONTRATOS ESTANDARIZADOS BAJO ESQUEMA FLEXIBLE:
> Adoptar un sistema de contratación de obras públicas según los estándares mundiales, cuales son los principales como NEC o FIDIC, incorporando más tipos de contratos que se ajusten a los requerimientos de distintos tipos de obras, con una mayor colaboración entre participantes y una distribución del riesgo más balanceada.

MODERNIZAR Y MEJORAR EL PROCESO DE LICITACIÓN

**FORTALECER
MECANISMOS
PARA INCENTIVAR
LA EXCELENCIA E
INNOVACIÓN**

**ASEGURAR
UNA GESTIÓN
EFICIENTE DE
CONTRATOS,
MODIFICACIONES
Y
CONTROVERSIAS**

- 47 FACILITAR LA SUBCONTRATACIÓN EN OBRAS PÚBLICAS:**
> Eliminar el límite a la subcontratación de 30% en obras públicas y considerar las recomendaciones del TDLC¹⁰⁷ (eliminar obligación de que subcontratistas se encuentren inscritos en el Registro MOP, prohibir subcontratación de empresas inscritas en la misma especialidad que empresa contratista).
- 48 FORTALECER MECANISMOS PARA INCENTIVAR LA EXCELENCIA:**
> Ajustar sistema de calificación de contratistas adoptando mejores prácticas internacionales (ej.: Canadá limita el monto que se pueden adjudicar empresas con bajas calificaciones, impidiéndoles crecer), incorporando incentivos en la licitación por término anticipado de obra y haciendo uso del artículo 107 del DS 75, que permite al contratista quedarse con el 30% de ahorros identificados por él.
- 49 FORTALECER MECANISMOS PARA INCENTIVAR LA INNOVACIÓN:**
> Establecer en las bases cláusulas de innovación (ej.: exigiendo al menos una innovación en la obra), reduciendo el proceso de incorporación de nuevas tecnologías al **Manual de Carreteras** y establecer un procedimiento para traspasar innovaciones de concesiones a otras Direcciones dentro del MOP.
- 50 INCORPORAR PANEL DE RESOLUCIÓN TEMPRANA DE CONTROVERSIAS:**
> Conformar un panel imparcial que permita acompañar al mandante y contratista y que asesore en caso de controversias y resuelva de manera, idealmente vinculante, generando instancias periódicas de reunión, difundiendo la metodología y capacitando a los participantes, como en las sugerencias del *Dispute Board Method*.
- 51 MEJORAR PROCESO DE MODIFICACIONES:**
> Establecer un plazo máximo para responder a una solicitud de modificación de contrato, otorgando mayores atribuciones a Inspectores Fiscales para pronunciarse sobre montos pequeños de modificación, a través de una plataforma digital para realizar seguimiento a la solicitud y estandarizando el uso de órdenes de ejecución inmediata.
- 52 CREAR FIGURA DE GERENTE DE PROYECTOS:**
> Para proyectos sobre cierto monto, incorporar la figura de **Gerente de Proyecto**, cuyo rol sea la gestión de la obra y el cumplimiento de KPI's relacionados a productividad (además de plazos y costos), y generar una certificación de **Gerentes de Proyecto** que permita homogeneizar su desempeño.
- 53 REDISEÑAR SISTEMA DE INCENTIVOS DE INSPECTORES FISCALES:**
> Evaluar ajustes al sistema de incentivos PMG¹⁰⁸ y CDC¹⁰⁹ para que estén alineados con KPI's de productividad (además de costo y plazo) y generar una guía de buenas prácticas para estandarizar criterios de decisión entre Inspectores que permita agilizar la toma de decisiones.
- 54 POTENCIAR DIGITALIZACIÓN PARA ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS:**
> Hacer obligatorio el uso del **Libro Digital de Obra**, asegurando la factibilidad técnica en obras, implementando una firma digital y asegurando que todas las licitaciones se suban a mercado público.

107. Tribunal de Defensa de la Libre Competencia.

108. Programa de Mejoramiento de Gestión.

109. Convenio de Desempeño Colectivo.

**REMOVER
BARRERAS
Y MEJORAR
COORDINACIÓN
PARA
EJECUCIÓN DE
PROYECTOS**

- 55** **DEFINIR UN PROCESO PARA LA GESTIÓN DE CAMBIOS DE SERVICIOS:**
> Definir un procedimiento que establezca responsabilidades y plazos claros para realizar cambios de servicios –priorizando la postación eléctrica-, estableciendo multas en caso de no cumplir y que sean coordinados por un área dentro de las superintendencias en conjunto con el MOP, para planificar con antelación el cambio de servicios que afecten a nuevos proyectos.
- 56** **GESTIONAR DE MANERA TEMPRANA LAS EXPROPIACIONES:**
> Definir un proceso estándar entre el MOP y el CDE¹¹⁰ que asegure la gestión temprana de expropiaciones, identificando en forma anticipada proyectos que requerirán más abogados litigantes.
- 57** **ROBUSTECER PROCESO DE HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS:**
> Incorporar dentro de la guía de procedimiento arqueológico la instauración de un comité entre mandante, constructora y Consejo de Monumentos Nacionales que determine el camino a seguir para afectar la obra lo menos posible, asegurando de resguardar el patrimonio arqueológico.
- 58** **GESTIÓN TEMPRANA Y REDUCCIÓN DE PLAZOS DE PERMISOS:**
> Evaluar la posibilidad de ingresar los permisos de manejo de bosque nativo y de extracción de áridos antes de licitar el proyecto, y evaluar la posibilidad de eliminar la prórroga en el plazo de tramitación de los permisos de la CONAF.
- 59** **CREAR UN TRIBUNAL ESPECIALIZADO PARA CAUSAS RELACIONADAS AL SECTOR CONSTRUCCIÓN:**
> Implementar un tribunal especializado para construcción, siguiendo el ejemplo de Reino Unido, con un cierto nivel de jurisprudencia que permita tener mayor certeza jurídica y acortar la duración de los juicios.

Líneas de acción para Institucionalidad, Regulación y Edificación en altura

**ESTANDARIZAR
Y ACELERAR
TRAMITACIÓN DE
PERMISOS**

**ROBUSTECER
CERTIDUMBRE
LEGAL DE
PERMISOS Y
CONSISTENCIA
DE ORDENANZAS**

- 60 ACELERAR DIGITALIZACIÓN DE TRÁMITES DOM:**
> Priorizar digitalización de trámites relacionados a permisos de edificación y de obras previas en la plataforma de DOM en Línea (MINVU), y focalizar esfuerzo para digitalizar comunas con mayor demanda inmobiliaria.
- DESARROLLAR PILOTOS PARA LA INCORPORACIÓN DE BIM EN LOS PERMISOS:**
> Implementar BIM en tramitación digital de permisos, de manera paulatina y focalizada, inicialmente en proyectos grandes y municipalidades con mayores capacidades, para avanzar en la automatización de las revisiones.
- 61 ESTANDARIZAR REQUISITOS Y COBROS POR PERMISOS:**
> Estandarizar entre comunas los requisitos y cobros para permisos de obras preliminares¹¹¹, además de incluir éstos en la tramitación del permiso de edificación como una solicitud única de permisos, simplificando el procedimiento.
- HOMOLOGAR PROCESO DE REVISIÓN DE LAS DOM:**
> Homologar el proceso de revisión entre diferentes municipalidades (p.e. requisitos, etapas), capacitando continuamente al personal y compartiendo mejores prácticas entre distintos DOM, permitiendo la optimización del proceso.
- GENERAR DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN PARA LOS DISTINTOS PROYECTOS:**
> Establecer estándares, requisitos y plazos de revisión acordes a la complejidad de los proyectos, basándose en ejemplos de países referentes.
- 62 AUMENTAR CERTIDUMBRE JURÍDICA DE PERMISOS:**
> Acotar condiciones dentro de las cuales es posible invalidar un permiso, por ejemplo, a través de una norma especial que reduzca el plazo de invalidación de 2 a 1 año para obras de edificación.
- PRECISAR USO DEL ARTÍCULO 117:**
> Precisar criterios de aplicación artículo 117 de la LGUC¹¹², que entrega a los alcaldes la posibilidad de solicitar la postergación hasta un máximo de un año de los permisos de edificación, y limitando las prórrogas.

111. Incluye permisos como instalación de faena, instalación de grúa y de excavación.

112. Ley General de Urbanismo y Construcción.

**ROBUSTECER
CERTIDUMBRE
LEGAL DE
PERMISOS Y
CONSISTENCIA
DE ORDENANZAS**

**TRANSPARENTAR
INFORMACIÓN
DE EXIGENCIAS
REGULATORIAS**

- 63 IMPLEMENTAR PROCESO DE CONTROL DE ORDENANZAS:**
> Establecer un proceso que asegure que las ordenanzas cumplan las normas vigentes, por ejemplo, que deban pasar por toma de razón de la Contraloría General de la República si cumplen ciertos criterios o que deban cuantificar y reportar el impacto de las externalidades generadas.
- 64 REVISAR LEGALIDAD DE ORDENANZAS DE RUIDO:**
> Solicitar a Contraloría General de la República una revisión de las ordenanzas de ruido de las diferentes municipalidades, clarificando su legalidad y consistencia con la normativa general aplicable.
- 65 CREAR NORMA DE RUIDO ESPECÍFICA:**
> Redactar una norma de ruido específica para obras de construcción, dada su naturaleza transitoria, y que defina una metodología de medición y fiscalización acorde a las características de este tipo de obras.
- 66 GENERAR UN OBSERVATORIO DE PERMISOS:**
> Generar un observatorio permanente de los permisos solicitados por comuna, con sus requisitos, plazos, capacidades, entre otras características, que permita visibilizar las disparidades e inducir a la convergencia regulatoria.
- GENERAR UN REGISTRO DE ORDENANZAS:**
> Generar un registro consolidado de todas las ordenanzas municipales vigentes que afectan la construcción de obras, administrada y actualizada por un órgano competente (por ejemplo: Subdere o MINVU).
- GENERAR UN RANKING DE FACILIDAD DE EDIFICACIÓN ENTRE COMUNAS:**
> Generar un ranking por comuna de facilidad de obtener permisos y realizar una construcción, visibilizando brechas e incentivando la eficiencia regulatoria por parte de los municipios.



Agradecimientos

Este estudio es el resultado de la colaboración de empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción, expertos y académicos nacionales e internacionales, autoridades de Gobierno, empresas y proveedores del sector, y de un sinnúmero de personas que han aportado desde su experiencia para generar un cambio radical en la industria. A todos ellos se les agradece por su compromiso y colaboración.

Empresas chilenas participantes en el benchmark internacional

Almagro
 Besalco
 Bitumix
 Bricsa
 Brotec
 Conpax
 Constructor Daniel Salinas
 Claro Vicuña Valenzuela
 Desco
 Echeverría Izquierdo
 Ecopsa
 Empresas LN
 Imagina
 Inversiones San Martino
 Maestra
 Moller & Pérez-Cotapos
 Paz
 RVC
 Sacyr
 Socovesa
 Socovesa Sur
 Valko
 Vilicic

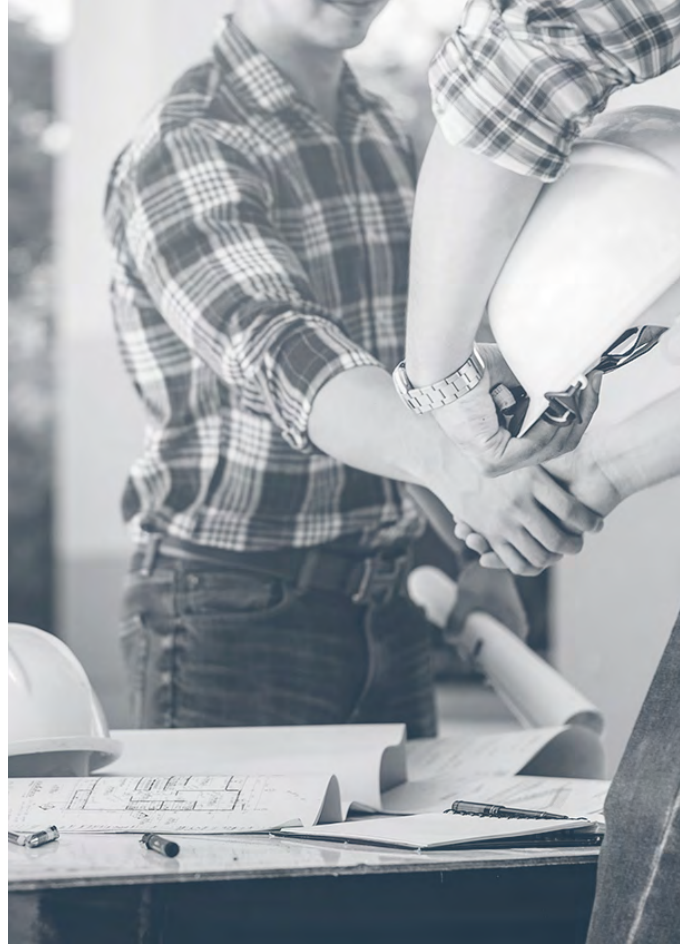
Instituciones, empresas, y colaboradores

Cámara Chilena de la Construcción

Consejo de Formación de Capital Humano
 Gerencia de Estudios
 Gerencia de Asuntos Regulatorios
 Comité Inmobiliario
 Comité de Obras de Infraestructura Pública
 Consejo de Capital Humano
 Consejo de Productividad, Innovación y Construcción Sustentable

Acma
 AEC Shift
 Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería, AIC
 Baumax
 BIM Forum
 BIMetrix
 BuildBIM
 Calidad Cloud
 Centro de Innovación en Madera UC, CIM
 Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable, CIPYCS
 Certificación Edificio Sustentable, CES
 Chile Green Building Council
 ChileValora
 Consejo de Construcción Industrializada, CCI
 Consejo Políticas de Infraestructura, CPI
 Construcción Sustentable, Minvu
 Constructora Unión
 Constructora Viconsá
 Construye2025
 Corfo
 Corporación Ciudades
 Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT
 CRULAMM
 CTEC

Cumming & Fuentes Abogados
Dirección de Arquitectura (MOP)
Dirección de Vialidad (MOP)
Dirección General de Concesiones (MOP)
Doka
DOM Digital
DOM en línea, MINVU
DRS
Duoc UC
E2E
Escuela Tecnológica de la Construcción
FIHS Abogados
Finning
FourcadeCo
FourdPlan
Fundación Chile
GEPRO
Grau
Hormipret
Hormisur
Icafal
Inacap
Infocap
Ingeniería 2030, Corfo
Instituto Chileno del Acero, ICHA
Instituto de la Construcción
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ICH
Instituto Nacional de Normalización, INN
IPSUM
Lahsen y compañía Abogados
Melón
Ministerio de Desarrollo Social
Ministerio de Salud
Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Momenta
Nexos Comunicaciones
Nova Vida



Odd Industries
OHL
OTIC de la Cámara Chilena de la Construcción
Plan OK
PlanBIM
R&Q Ingeniería
Recylink
René Lagos Engineers
SidcoDX
Sk Capacitaciones
SymbiosisArq
Tensacon
Universidad Adolfo Ibáñez
Universidad Católica
Universidad de Chile
Universidad Técnica Federico Santa María
VMB
Wagemann Abogados & Ingenieros

Matrix

Consulting

Chile

Av. Presidente Riesco 5435
Piso 20 – Edificio Parque Andino
Las Condes, Santiago, Chile

Colombia

Carrera 11A # 93-67, Of. 201
Piso 2 – Edificio Parque Ejecutivo
Bogotá, Colombia

Perú

Av. El Derby 254 – Of. 1704
Edificio Lima Central Tower
Surco, Lima, Perú

productividadconstruccion@matrixconsulting.com

www.matrixconsulting.com