



INFRAESTRUCTURA CRÍTICA PARA EL DESARROLLO

BASES PARA UN
CHILE SOSTENIBLE

2016-2025

INFRAESTRUCTURA CRÍTICA PARA EL DESARROLLO

**BASES PARA UN
CHILE SOSTENIBLE**

2016-2025

La elaboración de este informe
contó con la asesoría de los siguientes expertos:

Louis de Grange
Alexander Galetovic
Cecilia Godoy
Felipe González
Roberto Gurovich
Gloria Hutt
Marcelo Melnick
Marcos Miranda
Humberto Peña
Ana María Pinto
Iván Poduje
Roberto Tapia

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA CCHC
Florencio Correa

EQUIPO DE PROFESIONALES DE LA GERENCIA DE ESTUDIOS
Javier Hurtado, gerente de Estudios
Marcela Ruiz-Tagle, subgerente de Estudios
Juan Carlos Caro, analista de Estudios
Pablo Easton, analista de Estudios



La Cámara Chilena de la Construcción, consciente del aporte que la infraestructura pública genera al desarrollo social y económico del país, ha abordado desde el año 2002 –a través de la Gerencia de Estudios– la tarea de estimar los déficit en áreas de la infraestructura consideradas esenciales. Asimismo, y con el propósito de contribuir en mayor medida al diseño y evaluación de las políticas públicas, desde el año 2012 se incorporó el apoyo de especialistas externos, quienes con su conocimiento y experiencia han ayudado a complementar el contenido del presente informe *Infraestructura Crítica para el Desarrollo*.

EDICIÓN

Gerencia de Estudios CChC

DISEÑO GRÁFICO

Ximena Milosevic D.

IMPRESIÓN

Andros Impresores

Santiago, abril 2016

CONTENIDO

6	PRESENTACIÓN
14	INTRODUCCIÓN : ESCENARIO AL 2025
25	INFRAESTRUCTURA QUE NOS SOSTIENE: BASAL Capítulo 1 : Recursos Hídricos Recuadro <i>El Impacto del Cambio Climático</i> Capítulo 2 : Energía Recuadro <i>Transmisión eléctrica: ¿Inversión crónicamente insuficiente?</i> Capítulo 3 : Telecomunicaciones Recuadro <i>Redes de Telecomunicaciones</i>
153	INFRAESTRUCTURA QUE NOS CONECTA: APOYO LOGÍSTICO Capítulo 4 : Vialidad Interurbana Recuadro <i>Conectividad Austral</i> Capítulo 5 : Aeropuertos Recuadro <i>Infraestructura para el Turismo</i> Capítulo 6 : Puertos Recuadro <i>Logística</i> Capítulo 7 : Ferrocarriles
271	INFRAESTRUCTURA QUE NOS INVOLUCRA: DE USO SOCIAL Capítulo 8 : Vialidad Urbana Capítulo 9 : Espacios Públicos Capítulo 10 : Educación Capítulo 11 : Hospitales Recuadro <i>Modelos de Gestión de Inversiones en Salud</i> Capítulo 12 : Cárceles



PRESENTACIÓN

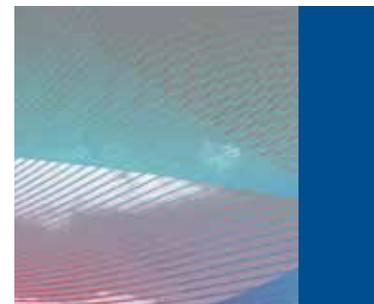
El informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD) 2016-2025 es un reflejo del permanente esfuerzo que realiza nuestro gremio por contribuir a la discusión de políticas públicas en materia de infraestructura.

Es por ello que el presente documento contiene un detallado análisis de doce sectores clave para el progreso social y económico del país, agrupados en tres ejes estratégicos: infraestructura que nos sostiene o basal (agua, energía y telecomunicaciones), infraestructura que nos conecta o de apoyo logístico (vialidad interurbana, aeropuertos, puertos y ferrocarriles) e infraestructura que nos involucra o de uso social (vialidad urbana, espacios públicos, educación, hospitales y cárceles).

De este conjunto cabe destacar la incorporación de tres nuevos sectores –telecomunicaciones, educación y espacios públicos–, los que no solo constituyen áreas deficitarias, sino que ofrecen la mayor posibilidad de generar ganancias de eficiencia en la actividad económica.

Asimismo, y tal como en la edición anterior, para la elaboración del ICD 2016-2025 contamos con los aportes de reconocidos especialistas en los ámbitos abordados, quienes bajo lineamientos metodológicos comunes estimaron las necesidades futuras de inversión a nivel país, considerando tanto enfoque estratégico como un escenario base de comparación para el próximo decenio.

Las principales diferencias en los resultados obtenidos respecto de la versión anterior de este *Informe*, se derivan de tres elementos fundamentales: (i) los recientes cambios en el escenario macroeconómico global y político a nivel local, que ha impactado la orientación de las inversiones, (ii) la incorporación



de nueva información a nivel desagregado, que permitió profundizar las carencias a nivel de territorio, y (iii) la comparación con estándares más exigentes, en línea con el desarrollo del país.

En materia de **recursos hídricos**, las necesidades futuras de inversión están guiadas por el criterio de “seguridad hídrica”, entendida como una adecuada disponibilidad del recurso –en términos de cantidad y calidad– para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.

Ahora bien, para el cumplimiento de estos objetivos en el periodo de análisis, se requiere tanto un adecuado nivel de dotación de infraestructura como de gestión, lo que implica tres desafíos en términos de políticas públicas: 1) concebir el desarrollo de la infraestructura en un marco de gestión integrada de las aguas a nivel de cuencas; 2) revisar la forma de financiar nuevas inversiones en zonas urbanas cuando estas puedan afectar significativamente las tarifas, así como el marco legal e institucional relativo al servicio de saneamiento en las zonas rurales; y 3) mejorar la normativa tanto de uso del suelo en áreas con riesgo de inundaciones o aluviones, como la regulación de cambios en cuencas que impliquen un incremento general de los caudales, afectando los sistemas de drenaje.

En cuanto a **energía**, Chile enfrenta desafíos muy significativos, aunque su naturaleza está cambiando rápidamente. Ello porque de mantenerse un período de lento crecimiento económico en el mediano plazo, las centrales eléctricas actualmente en construcción debieran bastar para satisfacer las inversiones requeridas para los próximos 10 años.

Por otra parte, si bien el Congreso discute modificaciones a la regulación de la transmisión eléctrica, estas no alterarán el panorama descrito, en parte porque los cambios se aplicarían gradualmente y porque las inversiones en generación responden a la demanda y no al comportamiento del sistema de transmisión. En esta materia, la inversión más relevante del período será la construcción de la línea de interconexión SIC-SING.

En otro ámbito, las **telecomunicaciones** han experimentado un sostenido crecimiento durante varios años, destacando como uno de los principales agentes impulsores del PIB, con tasas de crecimiento promedio anual superiores a 7% durante los últimos años. Sin embargo, comparado con los países OCDE, hoy Chile presenta una brecha superior a 50% en cuanto a conexiones de banda ancha. A 2015, el déficit de inversiones en infraestructura equivalía a cerca de 2.000 millones de dólares.

Con todo, el futuro se presenta aún más desafiante. Los expertos proyectan que la demanda de tráfico de datos sobre las redes se multiplicará por 10 en los próximos cinco años, por lo que para soportar adecuadamente este tráfico se requerirán cuantiosas inversiones. A lo anterior se suma la Agenda Digital 2020 propuesta por el gobierno, que establece ambiciosas metas en materia de conectividad para aumentar la penetración de servicios de banda ancha fija y móvil en el país y acercarnos a niveles de las demás naciones OCDE.

Es imprescindible que se establezca una regulación que estimule inversiones del sector privado, asegurando sobre todo que los modelos de negocios no sufrirán cambios importantes durante buena parte de la vida útil de los activos, aunque igualmente se requerirán fondos públicos para el desarrollo de redes en sectores de baja densidad poblacional y/o de menor capacidad de pago.

En cuanto a **vialidad interurbana**, y pese a los avances logrados, la comparación internacional muestra que como país aún debemos hacer fuertes inversiones para mejorar la oferta vial. Ya sea porque esta impacta positivamente áreas específicas –como turismo y logística– porque nos hace más productivos o porque todo ello favorece nuestra competitividad.

Chile dispone de instrumentos y capacidad financiera para materializar las inversiones requeridas. Sin embargo, no es suficiente para activar los procesos de generación de infraestructura. Se requiere integrar la planificación de las rutas públicas y la gestión privada, a partir de sus roles en la economía y su relación con determinados sectores productivos.



En el mismo sentido, y teniendo en cuenta la demanda por conectividad de todo el territorio, explorar alternativas innovadoras de conexión entre lugares de producción y consumo adquiere relevancia. Así, por ejemplo, desvíos menores desde rutas principales pueden mejorar la cobertura y aportar a la integración.

Por su parte, el sector de **aeropuertos** se caracteriza por altas tasas de crecimiento de la demanda doméstica (superiores a 10% anual entre los años 2006 y 2013) y un aumento importante de viajes al exterior, lo que muestra que el transporte aéreo se ha posicionado como una alternativa accesible a amplios segmentos de la población.

En este ámbito, si bien las inversiones realizadas a la fecha cubren gran parte de la demanda, existe una creciente estrechez en las áreas destinadas a pasajeros, particularmente en el Aeropuerto Internacional de Santiago.

Resulta clave afinar las proyecciones de demanda y costos por terminal, avanzar en la evaluación social de los proyectos, elaborar bases de licitación y calendarizar anticipadamente la necesidad y uso de recursos. También es recomendable ampliar los ámbitos de la planificación, agregándose aspectos relacionados con conectividad y accesibilidad como parte integral de los proyectos de aeropuertos, con lo cual se podrían habilitar sistemas de transporte público masivo de mediana distancia y así expandir redes y mejorar servicios.

El análisis de la infraestructura **portuaria** nacional se entrelaza, en forma cada vez más estrecha, con los conceptos de eficiencia logística, productividad y competitividad. Así, las necesidades de infraestructura dependen de objetivos más complejos que la capacidad de transferencia de cada terminal. Medidas para mejorar la eficiencia y competitividad en esta área, introduciendo tecnología y minimizando el impacto en costos indirectos de las operaciones, por ejemplo, son elementos relevantes en la discusión actual.

En este punto, es prioritario cumplir el cronograma de inversiones, en especial en los puertos cuya capacidad está próxima a su límite. Esto obliga a preparar con anticipación los procesos de licitación, lo que implica realizar consultas, preparar bases, desarrollar estudios técnicos, anticipar financiamiento y trabajar en los permisos mínimos necesarios para concesionar el espacio físico a privados.

Sin embargo, cubrir las inversiones requeridas permitiría lograr solo una parte de los objetivos del sector, quedando pendiente que se avance en la

modernización de las operaciones, en particular de la normativa y los mecanismos de control e inspección.

En el caso del sector **ferroviario**, cabe señalar que durante varias décadas su evolución se caracterizó por una situación de inestabilidad, complejos problemas de administración y debilidad en la formulación de planes de desarrollo viables. No obstante, el plan maestro vigente, respaldado por el plan trienal que le asigna presupuesto, refleja los lineamientos de modernización estructural que la empresa requiere para consolidar su crecimiento con solidez financiera y alta calidad operacional y de servicios.

Es clave, eso sí, incorporar tecnología de gestión y un enfoque comercial sólido al sector. Atraer y mantener más de 20 millones de pasajeros requiere un esfuerzo de contacto, comprensión de necesidades, adecuación de ofertas y seguimiento de los usuarios. Debido a los volúmenes de transporte actuales, EFE no se ha visto presionada por esta tarea, como sí ocurre con Merval en Valparaíso, que muestra una notable armonía con sus usuarios.

En cuanto a **vialidad y transporte urbano**, se identificaron tres áreas deficitarias que deben ser abordadas para mejorar la calidad y equidad de la movilización en las ciudades: recuperación y conservación de calles y veredas, desarrollo de proyectos de descongestión y fortalecimiento del transporte colectivo con trenes urbanos en las principales urbes del país.

Es clave que el diseño e implementación de un sistema de transporte público a nivel de ciudad sea concebido desde un enfoque multisectorial, incorporando la necesidad de mejorar y homogeneizar los estándares de movilización urbana. De igual forma, los proyectos correspondientes a mejoramiento, conservación y la gestión vial deben ejecutarse de manera coordinada, entre las distintas entidades públicas involucradas.

Además, vinculado al creciente proceso de urbanización de los países, se ha impuesto una fuerte presión sobre los bienes y servicios de uso común disponibles en las ciudades, haciendo evidente la importancia de los **espacios públicos** para la satisfacción de necesidades colectivas inherentes a la vida urbana, como el deporte, recreación y cultura, entre otras.

Chile carece actualmente de un marco normativo e institucional integrado que permita la provisión adecuada de espacios públicos para satisfacer las necesidades de acceso (cobertura) y capacidad para toda la población, lo que



genera focos de inequidad en zonas que cuentan con menores recursos para su desarrollo y gestión. Para resolver esta situación se requiere de normativa que defina estándares explícitos de provisión de bienes y servicios públicos a escala local, tanto en materia de cobertura como de capacidad, así como una institucionalidad, políticas y objetivos estratégicos para su implementación.

Por otro lado, el escenario actual en **educación** se caracteriza por su incertidumbre, principalmente producto de los altos costos asociados a proyectos de infraestructura educacional y la actual reestructuración que a nivel país está teniendo el sistema público.

A pesar de esto, es evidente la necesidad de mejorar e innovar en los espacios educativos actuales, de manera que contribuyan al fortalecimiento de la educación pública y faciliten el aprendizaje. Los establecimientos educacionales deben contar con la infraestructura que les permita incorporar innovación en la configuración y uso de los espacios, de modo que se aproximen a los estándares (OCDE) que se asocian con los sistemas educativos modernos, impactando de forma crítica en los alumnos chilenos. Para materializar dichas mejoras, la autoridad debe priorizar los ámbitos de inversión en una primera etapa y seleccionar los establecimientos que desea fortalecer en primer lugar.

Los datos muestran que los establecimientos que tienen cobertura de servicios educativos para todos los ciclos son los que deberían ser intervenidos en primer lugar. Dentro de estos, los establecimientos más vulnerables serían los grupos focales.

En materia **hospitalaria**, el país seguirá viviendo un proceso de envejecimiento de su población, lo que tensionará especialmente a la red asistencial pública. Para responder a esta demanda, el sistema actual posee más de 2 millones de metros cuadrados construidos de hospitales, de los cuales casi 60% se encuentra en regulares y malas condiciones.

A nivel nacional hay un consenso sobre la necesidad de mejorar esta situación, por lo que el Estado ha destinado un volumen creciente de recursos para el programa de inversiones. Sin embargo, la historia reciente demuestra que no basta solo con disponer de recursos, sino que es indispensable contar con capacidad de gestión institucional que permita su uso eficiente y oportuno. En este sentido, es clave contar con una orgánica institucional que opere bajo un horizonte de largo plazo, independiente de la coyuntura, para asegurar la materialización de las obras.

El principal esfuerzo durante la próxima década debiera ser continuar con la reposición de los establecimientos existentes, el fortalecimiento de la atención primaria y comenzar a identificar las acciones necesarias para desarrollar una red de cuidados asociados al rápido envejecimiento que experimenta el país. Lo anterior demanda un acuerdo político transversal que apoye el desarrollo a través del modelo de concesiones, similar a lo que se requirió cuando se puso en marcha la Ley de Concesiones de Obras Públicas, para evitar que los cambios de gobierno afecten los planes de inversión.

En tanto, en el sector **penitenciario** se constata que a partir de la Reforma Procesal Penal la demanda de establecimientos penitenciarios cerrados ha sido creciente, con un aumento anual apreciable de población penal reclusa en recintos de este tipo. Esta situación provocó tanto un aumento de las tasas de hacinamiento, como una preocupación a nivel político y gubernamental por la eficacia de dicha reforma desde el punto de vista de rehabilitación, motivando un significativo análisis al respecto.

En este ámbito, hoy es posible observar que la ejecución de nuevos proyectos de infraestructura cerrada se encuentra estancada desde comienzos de esta década, a pesar de los programas anunciados durante los sucesivos gobiernos.

En la práctica, el nivel de concreción de los presupuestos asignados a la Subsecretaría de Justicia ha sido bajo, lo que ha implicado que la mayoría de los proyectos de mayor tamaño se hayan ido dilatando en su concreción en el último quinquenio. En este sentido, una primera recomendación general es descentralizar los procesos de inversiones a todas las regiones del país, en colaboración con Gendarmería de Chile. La segunda tiene que ver con retomar el modelo de cárceles concesionadas, que demostró en la década pasada capacidad para diseñar, construir y operar penales eficientes y de mejores estándares, que permitieron mejorar la capacidad de reinserción y seguridad del sector en su conjunto.

JORGE MAS FIGUEROA

PRESIDENTE

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

Resumen requerimientos de inversión

Millones de dólares

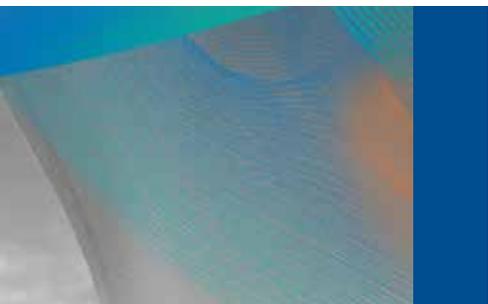
Eje estratégico	Sector	2016-2020	2016-2025
Infraestructura que nos sostiene: Basal	Recursos Hídricos	6.270	12.540
	Energía	3.351	11.566
	Telecomunicaciones	12.697	26.346
Infraestructura que nos conecta: Apoyo logístico	Vialidad interurbana	10.633	20.198
	Aeropuertos	1.011	1.729
	Puertos	1.725	4.390
	Ferrocarriles	992	4.036
Infraestructura que nos involucra: De uso social	Vialidad y transporte urbano	34.486	54.020
	Espacios públicos	437	859
	Educación	2.179	10.385
	Hospitalario	2.153	4.650
	Cárceles	349	698
Total		76.283	151.417

Fuente: CChC.

“

De acuerdo a estimaciones recientes elaboradas por la CChC, la elasticidad de largo plazo de la infraestructura pública a PIB es del orden de 0,15; es decir, por cada 10% de aumento en la inversión sectorial, el PIB aumenta 1,15%. De esta forma, si se considera que el déficit en infraestructura pública estimado representó aproximadamente 3,0% del PIB de 2015, erradicar esta brecha requeriría de un aumento en la inversión sectorial de 19% anual por los próximos 10 años. En el corto plazo, el impacto en la economía de este mayor ritmo de inversión se resume en un aumento del PIB de 6,3% anual, cifra que triplica el actual estado de crecimiento de la actividad agregada.

”



INTRODUCCIÓN

ESCENARIO FUTURO Y EJES ESTRATÉGICOS PARA CHILE AL 2025

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

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

De acuerdo a estimaciones recientes elaboradas por la CChC, la elasticidad de largo plazo de la infraestructura pública a PIB es del orden de 0,15; es decir, por cada 10% de aumento en la inversión sectorial, el PIB aumenta 1,15%. De esta forma, si se considera que el déficit en infraestructura pública estimado

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



representó aproximadamente 3,0% del PIB de 2015, erradicar esta brecha requeriría de un aumento en la inversión sectorial de 19% anual por los próximos 10 años. En el corto plazo, el impacto en la economía de este mayor ritmo de inversión se resume en un aumento del PIB de 6,3% anual, cifra que triplica el actual estado de crecimiento de la actividad agregada.

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

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

LOS EJES ESTRATÉGICOS PARA LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

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

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



Este esquema busca reconocer que en el Chile actual existen necesidades múltiples y transversales a la sociedad. De esta manera, resultó evidente incorporar nuevos temas en esta versión, como lo son Telecomunicaciones, Educación y Espacios Públicos, entendiendo que no solo son aspectos actualmente deficitarios en Chile, sino que también son aquellos que presentan la mayor posibilidad de generar ganancias de eficiencia en la actividad económica. A su vez, las ganancias en crecimiento del producto asociadas a este tipo de inversiones son al corto y al largo plazo, siempre y cuando existan necesidades claramente definidas y procesos de gestión de inversión pública eficientes².

ESCENARIO FUTURO Y TENDENCIAS AL 2025

Respecto al desarrollo de mediano plazo para Chile y el mundo, se reconocen cuatro elementos que tienen una alta probabilidad de afectar las decisiones de planificación estratégica de cara al próximo decenio³:

- Mega-ciudades eficientes y sostenibles, donde las ciudades crecen física y demográficamente, y la incorporación de tecnologías permite administrarlas en forma racional y coordinada.
- Mundo comercialmente integrado, lo cual implica grandes movimientos de bienes, en plazos cortos y a bajo costo. Gran desarrollo de logística urbana.
- Mundo personalizado, según el cual las personas usando la tecnología, son capaces de generar patrones de consumo específicos a sus preferencias, promoviendo el desarrollo de la descentralización y atomización de los polos productivos mundiales.
- Mundo afectado por el cambio climático, lo que requiere contar con redes de respaldo, vías redundantes y de soporte para enfrentar las continuas interrupciones de caminos y rutas.

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

3 Delivering Tomorrow. Logistics 2050, DHL.

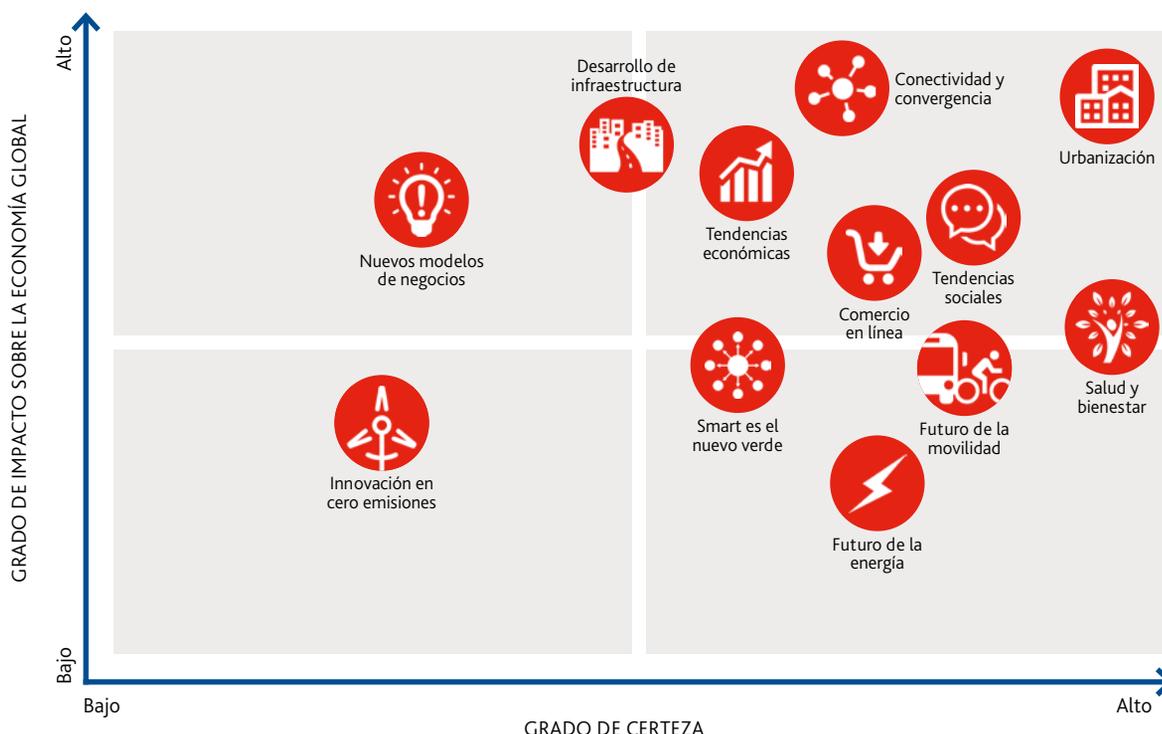


Para el Chile de los siguientes 10 años, las tendencias más viables son las grandes ciudades gestionadas y el impacto del cambio climático (y otros accidentes geográficos) sobre la continuidad de las operaciones de transporte de pasajeros y carga. Así, es necesario anticipar la inversión en tecnología de control en áreas urbanas, posiblemente a través de modelos de concesiones de centrales de control y prever la disponibilidad de infraestructura o modos redundantes en el diseño de cadenas de abastecimiento y distribución (dado que, en el caso de transporte de pasajeros, el impacto puede ser más controlado que la interrupción de traslado de bienes hacia las regiones, por ejemplo).

Por otro lado, según evidencia y expectativas recopiladas en diferentes países desde el ámbito de negocios⁴, se identificaron las tendencias que marcarán el mundo en el año 2025 y su grado de certeza de ocurrencia. De manera

Matriz de mega tendencias

Implicancias de las mega tendencias clave sobre la economía global hacia 2025



Fuente: Frost & Sullivan.

similar a otras publicaciones, se reconoce la concentración urbana como un evento de alto impacto y alta probabilidad de materializarse. También surge la infraestructura como uno de los aspectos de mayor impacto, aunque según se describe en la publicación, debería ir acompañada por innovaciones que aún no se encuentran maduras, acuñando el término de “Smart Infrastructure” como tendencia cierta, con crecimiento sobre 10% por año en el mundo.

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

INDICADORES Y PAÍSES BENCHMARK

Una vez definida la estructura y la visión a futuro a considerar como lineamientos del presente documento, se consideró clave definir indicadores trazables y una meta de desarrollo del país hacia el próximo decenio. La Visión 2025 requiere entonces elementos de comparación para hacerla tangible a través de indicadores y condiciones que configuran el estado esperado futuro. Para esto, se realizó la siguiente secuencia de acciones:

- Proyección del PIB nacional hasta el año 2025. En este caso se trabajó con las estimaciones que actualizó el Fondo Monetario Internacional (FMI) en octubre del año 2015, que cubren hasta el año 2020.
- Estimación del PIB per cápita hasta el año 2025. En este caso se utilizó el valor provisto por el FMI, expresado en moneda corriente y sobre la base de paridad de compra (PPP) hasta el año 2020, que es el período publicado por el FMI. En adelante se asumió que existe una relación que se mantiene en el tiempo entre la variación del PIB y la variación del PIB per cápita. Usando esta relación y el valor proyectado de la variación del PIB, fue posible estimar el PIB per cápita proyectado en una base consistente con la serie previa.

4 World's Top Global Mega Trends to 2025 and Implications to Business, Society and Cultures. Frost & Sullivan. 2012.



PIB per cápita (Dólares)

Año	Chile	España	Italia	Nueva Zelanda
2010	18.911	32.270	35.097	31.019
2011	20.188	32.610	35.926	31.895
2012	21.460	32.496	35.557	33.220
2013	22.509	32.741	35.349	34.214
2014	23.057	33.835	35.131	35.305
2015	23.564	35.270	35.665	35.966
2016	24.186	36.650	36.429	36.980
2017	25.058	38.173	37.366	38.236
2018	26.091	39.796	38.427	39.680
2019	27.251	41.494	39.545	41.228
2020	28.514	43.205	40.667	42.847
2021	29.654			
2022	30.840			
2023	32.074			
2024	33.357			
2025	34.691			

Fuente: FMI y CChC.

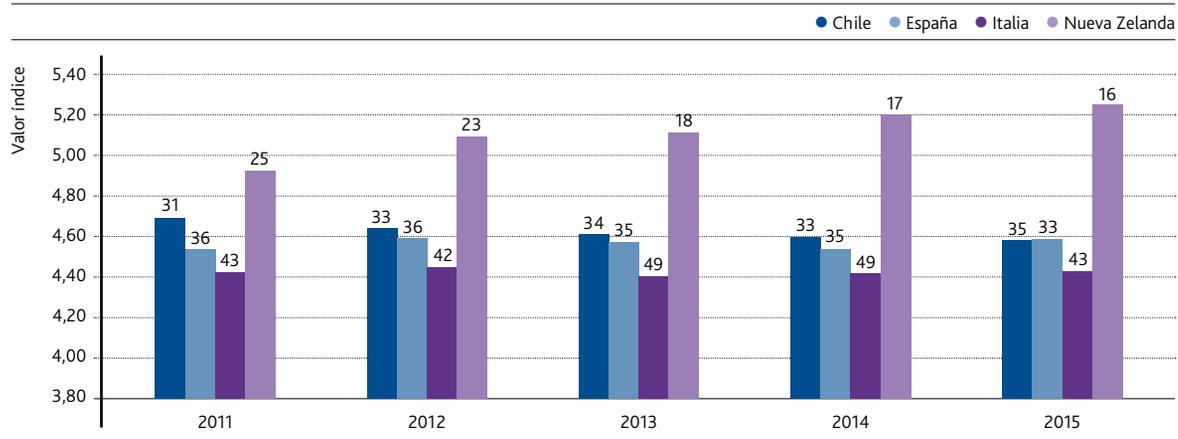
Como se puede observar, el desfase en términos de producto per cápita es de aproximadamente 10 años respecto a los países comparables, que son una muestra de aquellos que han logrado mayores niveles de desarrollo en las últimas décadas. De mantenerse la tendencia natural de crecimiento, será difícil cerrar la brecha en un plazo de 10 años, por cuanto es evidente la necesidad de re-activar la inversión en infraestructura, rompiendo las tendencias históricas y así mejorar la productividad en el mediano plazo.

Respecto a la capacidad de capturar inversiones y mejorar la competencia país, el Índice de Competitividad Global (ICG)⁵, elaborado por el Foro Económico Mundial, es un elemento clave de comparación. El ICG se compone de 12 pilares que reflejan diferentes aspectos determinantes de la competitividad, tanto de infraestructura como de gestión y solidez de las instituciones para 144 países.

5 GCI: Global Competitiveness Index. World Economic Forum. 2015.

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

Evolución del Índice de Competitividad Global



Fuente: WEF.

La evolución de los países es diversa. Mientras Nueva Zelanda logró avanzar sustancialmente en cuatro años, Chile y España se mantuvieron e Italia retrocedió. Esto confirma que el nivel de ingreso del país no necesariamente refleja su condición competitiva. España e Italia se vieron afectadas en el índice global por el fuerte impacto de la inestabilidad económica, de la cual Nueva Zelanda se protegió mejor.

En cuanto a Chile, la posición 35 en el ranking no permite detectar a simple vista deficiencias clave para nuestro desarrollo. Cuando se observa la posición relativa por ámbito, la infraestructura no surge como una contribución, puesto que se sitúa más de 20 lugares por debajo de nuestra capacidad en el desarrollo del mercado financiero, por ejemplo.

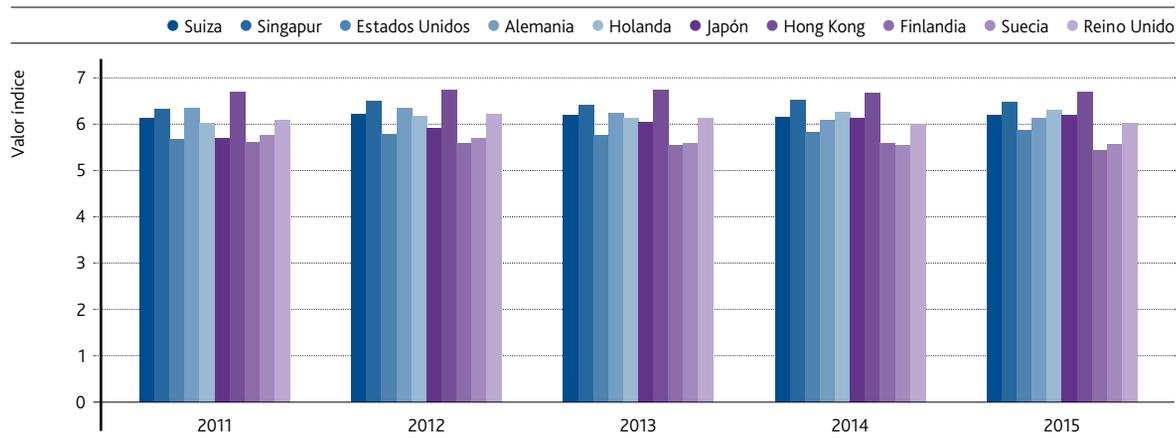


IGC Chile en las distintas áreas

N°	Pilares del índice	Lugar en el ranking 2015
1	Instituciones	32
2	Infraestructura	45
3	Entorno macroeconómico	29
4	Salud y educación primaria	74
5	Educación superior y capacitación	33
6	Eficiencia del mercado de bienes	40
7	Eficiencia del mercado laboral	63
8	Desarrollo del mercado financiero	21
9	Suficiencia tecnológica	39
10	Tamaño del mercado	44
11	Sofisticación del mercado	53
12	Innovación	50
Valor del índice global		35

Fuente: WEF.

Evolución del índice en países líderes. 2do pilar: infraestructura



Fuente: WEF.

Dos cosas resultan particularmente relevantes: la primera es que Chile ha caído desde el lugar 41 al 45 entre los años 2011 y 2015 en el componente de infraestructura del índice de competitividad. La segunda, es que los países de referencia han subido posiciones, de manera que la brecha basada solo en la diferencia de PIB per cápita para un año de comparación subestima la diferencia que cambia en el tiempo. Más preocupante aun es examinar la comparación en términos del valor del índice respecto al de los países que ocupan los 10 primeros lugares.

Así, el desafío no cubre solo el cierre de brecha con los países comparables según el PIB per cápita proyectado; también se requiere subir niveles en la evaluación, aumentando la magnitud del esfuerzo requerido.

Un segundo grupo de indicadores estratégicos para establecer un benchmark al año 2025 se refiere a condiciones de contexto social vinculado al desarrollo, particularmente de los hogares en su capacidad para ser más productivos y alcanzar un mayor bienestar agregado. Para este fin se seleccionó el Human Development Index⁶ (HDI), elaborado por Naciones Unidas. El HDI gira en torno a tres dimensiones: longevidad y calidad de vida (salud), nivel de conocimientos o capital humano (educación) y estándares de vida en cuanto a poder adquisitivo (ingresos). Las tres dimensiones evaluadas se resumen en un índice para cada una de ellas, siendo el IDH final la media geométrica entre estas.

HDI 2010-2013

Año	Chile	España	Italia	Nueva Zelanda
2010	0,808	0,864	0,869	0,903
2011	0,815	0,868	0,872	0,904
2012	0,819	0,869	0,872	0,908
2013	0,822	0,869	0,872	0,91

Fuente: ONU.

6 Human Development Index. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 2015.



En ese caso, se revisó el nivel del HDI para el año 2013⁷ en todos los casos y se determinó la magnitud que Chile aún debe aumentar para llegar al nivel consistente con el PIB per cápita proyectado.

Un seguimiento del índice entre diferentes países y por más de una década muestra que los avances más importantes ocurren en los niveles bajos del HDI, en que los países enfatizan la necesidad de contar con las condiciones básicas de salud, educación y vivienda. Una vez logrado ese nivel (aproximadamente en un HDI=0,5), existe la base que les permite avanzar en más dimensiones como desarrollo económico y productividad. Asimismo, en el caso de los países con mayor nivel de ingreso, el avance del índice es escaso aun para incrementos del PIB significativos. Chile muestra un índice de 0,822. Si mantiene el mismo ritmo con que ha aumentado durante los últimos 4 años, alcanzaría el nivel de España en el año 2025, el de Italia en el año 2033 y el de Nueva Zelanda en el año 2039.

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

7 La última edición del informe fue publicada en 2014, con datos de 2013.

Apartado I
INFRAESTRUCTURA
QUE
NOS SOSTIENE

BASAL

Recursos Hídricos
Energía
Telecomunicaciones







Recursos hídricos | HUMBERTO PEÑA

Energía | ALEXANDER GALETOVIC

Telecomunicaciones | ROBERTO GUROVICH Y MARCELO MELNICK



Capítulo 1

RECURSOS HÍDRICOS

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Para definir el escenario de gestión que es deseable alcanzar al año 2025, se ha recurrido al concepto de Seguridad Hídrica, que consiste en alcanzar: “a) Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción; b) La capacidad –institucional, financiera y de infraestructura– para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar las interrelaciones entre los diferentes usos y sectores; y c) Un nivel aceptable de riesgos asociados al agua, para la población, el medio ambiente y la economía”.

En este marco de análisis, se identificaron las áreas que resultan críticas para que el país tenga una adecuada seguridad hídrica, para definir, en cada una de ellas, los criterios de riesgo que resultan aceptables y los niveles de seguridad hídrica que se propone alcanzar al año 2025. El estudio realizado sugiere las siguientes áreas críticas para la seguridad hídrica:

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

En cuanto a la disponibilidad de agua para el desarrollo social y productivo, los antecedentes analizados muestran que es necesario distinguir entre 3 zonas muy diferenciadas respecto de los niveles de escasez existentes y de la



naturaleza de la limitación que introduce el recurso hídrico a su desarrollo. Ellas son:

- **RM al norte:** Se trata de una zona que ya utiliza casi completamente la totalidad de los recursos que se generan en forma natural en las cuencas y donde la disponibilidad de agua constituye una limitación clara para su crecimiento económico. Por otra parte, la elevada productividad asociada al agua ha inducido el aumento de las demandas. Así, por ejemplo, entre los censos agropecuarios 1996/7 y 2006/7 las regiones III, IV y V registran un incremento de las áreas regadas de 25 a 50%. En este contexto, presenta cuencas con problemas de sostenibilidad en sus actuales aprovechamientos, lo que ha quedado en evidencia con las sequías de los últimos años. Con algunas excepciones (V Región), su infraestructura de almacenamiento se ha desarrollado en su potencial al máximo, de modo que para alcanzar una mayor seguridad hídrica se requiere mejoras en la gestión y, en particular, en la modernización de los sistemas de riego.
- **VI a IX Región:** Se trata de una zona que ocasionalmente presenta problemas locales de disponibilidad de agua para atender sus actuales demandas. Sin embargo, con una gestión e infraestructura adecuadas, el recurso hídrico existente debiera permitir el desarrollo sin restricciones de las actuales demandas, e inclusive, el incremento significativo de las superficies regadas (500.000 hectáreas), dependiendo ello solo de la rentabilidad de las inversiones necesarias para ese objetivo. En la zona, se observa una subutilización de las aguas subterráneas y un desarrollo moderado de la infraestructura de almacenamiento.
- **X Región al sur:** Esta zona, en general, se caracteriza por una abundancia de recursos hídricos y una escasa demanda de carácter consuntivo (sin considerar las demandas hidroeléctricas).

A partir de lo anterior, se deriva que la necesidad de desarrollar la infraestructura hidráulica se centra en la construcción de obras de regulación y en la modernización de los sistemas de canales de riego, materia en la que Chile muestra un creciente retraso respecto de países desarrollados.

Respecto de la capacidad de almacenamiento, se determina un requerimiento al año 2025 de 1.270 Hm³ (17% de la capacidad de regulación actual) con



una inversión de 1.840 millones de dólares. En relación con la modernización de los sistemas de canales de riego se propone la modernización de 250.000 hectáreas con una inversión total de 1.000 millones de dólares. Estas acciones se orientan a generar la infraestructura adecuada para incrementar las superficies regadas con seguridad de riego de 85% en 210.000 hectáreas (20% de áreas actuales).

TABLA 1.1
Requerimientos de inversión en infraestructura de almacenamiento
 Millones de dólares

Macrozonas	Capacidad de Almacenamiento adicional al año 2025 (Hm ³)	2016-2020	2016-2025
XV-IV	160	150	300
V-RM	260	275	550
VI-IX	850	495	990
Total	1.270	920	1.840

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al sector sanitario urbano, este es atendido por empresas prestadoras del servicio. Presenta prácticamente 100% de cobertura en el abastecimiento de agua potable y de recolección y tratamiento de aguas servidas, en general, entregando una adecuada calidad de servicio. El análisis de las brechas que deben ser cubiertas al año 2025 identifica la necesidad de reducir la vulnerabilidad frente a emergencias de sequías y desastres naturales, además de asegurar un nivel de pérdidas en las redes de agua potable compatible con los estándares de países desarrollados. De acuerdo a lo anterior, los requerimientos de infraestructura consideran el abastecimiento de agua potable a ciudades de las regiones XIV a IV que tienen problemas de disponibilidad, mediante plantas desalinizadoras, con una inversión de 320 millones de dólares, y el incremento de la inversión histórica de las empresas en la reposición de redes de agua potable.

Por su parte, el sistema de agua potable rural abastece en la actualidad a unos 2,1 millones de personas, correspondientes a la totalidad de localidades concentradas y semi-concentradas. Los déficits y brechas que deben ser cubiertos se refieren a mejorar y ampliar sistemas existentes, en particular, si consideramos la vulnerabilidad que presentan frente a las sequías (400.000 personas han estado abastecidas con camiones aljibe en las últimas emergencias), completar la cobertura de localidades semi-concentradas y desarrollar la recolección de aguas servidas y tratamiento, que actualmente se estima cubierto solo en 10% de los sistemas existentes.



TABLA 1.2
Necesidades de Inversión en el Sector Sanitario
 Millones de dólares

Períodos	Zonas Urbanas	Zonas Rurales	Total
2016-2025	5.500	2.050	7.550

Fuente: Elaboración propia.

En tanto, la infraestructura de protección ante inundaciones que se considera, son las relativas al drenaje de aguas lluvias urbanas, a las defensas fluviales y al control aluvional. La importancia de este tema en el país se refleja en el hecho de que, según el número de víctimas fatales, 8 de los 10 mayores desastres naturales ocurridos en Chile, en un período de 30 años, son de este tipo.

En las áreas urbanas, los déficits en seguridad hídrica se determinaron en los Planes Maestro de Aguas Lluvia, que definen la red primaria de drenaje en las principales ciudades del país. En relación con la protección contra las inundaciones fluviales, la situación se caracteriza por la ausencia de un diagnóstico general que permita disponer de una visión completa de la situación actual. Respecto del control aluvional, se han preparado planes y construido obras en 12 comunas del país. Sobre los planes de drenaje urbano, conviene destacar que a la fecha se han materializado solo 22% de la infraestructura requerida, considerándose alcanzar al año 2025 50% de las necesidades.

TABLA 1.3
Necesidades de inversión en drenaje de aguas lluvias urbanas, obras fluviales y control aluvional
 Millones de dólares

Tipos de Obra	Inversión anual	2016-2025
Drenaje Aguas Lluvias	155	1.550
Obras Fluviales	45	450
Control Aluvional	15	150
Total	215	2.150

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 1.4
Necesidades de Inversión en Infraestructura Hídrica
Millones de dólares

	2016-2020	2016-2025
Disponibilidad de agua	1.420	2.840
Agua potable y saneamiento	3.775	7.550
Protección contra inundaciones/ aluviones	1.075	2.150
Total	6.270	12.540

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, para la implementación de un programa orientado a desarrollar la infraestructura crítica es necesario considerar que los sistemas de recursos hídricos son sistemas complejos, donde los aspectos de gestión y la dotación de infraestructura se condicionan y complementan mutuamente. Por ello, los objetivos relativos a la seguridad hídrica propuestos en la Visión 2025 suponen tanto un adecuado nivel de gestión como de dotación de infraestructura. En base a esta razón, resulta necesario efectuar algunos comentarios acerca del marco legal y de las políticas públicas relativas a las tres áreas analizadas:

- a) Destacar la necesidad de concebir el desarrollo de la infraestructura en un marco de gestión integrada de recursos hídricos a nivel de cuencas, lo que supone cambios institucionales y legales. Asimismo, resulta crítico efectuar los acondicionamientos normativos que favorezcan un uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. En relación a los planes públicos de infraestructura de determinadas cuencas se ve necesario realizar un cambio de énfasis, desde el incremento de las capacidades de regulación en embalses a la modernización de los sistemas de canales. Además, se estima necesario revisar los mecanismos de financiamiento y las metodologías de evaluación beneficio/costo aplicadas a los proyectos públicos.
- b) Es necesario revisar la forma de financiar las nuevas inversiones en las zonas urbanas, cuando ellas pudieran afectar en forma masiva y significativa las tarifas, además de las disposiciones que regulan las inversiones en reposición de las redes de agua potable. Por su parte, en las zonas rurales se considera urgente reformar el marco legal e institucional, en especial en lo relativo al servicio de saneamiento.
- c) Debería mejorarse la regulación del uso del suelo en las áreas con riesgo de ser afectados por inundaciones o aluviones, además de la regulación de los cambios en las cuencas que impliquen un incremento en la escorrentía generada, afectando los sistemas de drenaje. Junto a ello, en relación con la inversión y financiamiento en obras de protección, es conveniente evaluar la reactivación del proyecto de ley que establece un sistema de financiamiento de los planes maestros de drenaje de aguas lluvias con participación de los residentes en las ciudades beneficiadas y también las metodologías de evaluación beneficio/costo en uso.



2 | RESEÑA DEL SECTOR

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

Los países dependen de múltiples formas de sus recursos hídricos. Estos deben atender las necesidades básicas de tipo doméstico y de salud de la población, permitir el resguardo de los ecosistemas y del medio ambiente además de suministrar los caudales que demanda la producción de numerosos tipos de bienes. Por otra parte, las personas y las actividades productivas también se ven afectadas por las crecidas y aluviones, los que pueden ocasionar pérdidas de vidas humanas y económicas de diversa índole.

Con el propósito de dar cumplimiento a estas demandas, los Estados desarrollan un marco jurídico e institucional que regula las actuaciones de los privados y de los propios organismos públicos, e implementan políticas orientadas a la gestión de los recursos hídricos y a la creación de la infraestructura indispensable para ese fin.

Los rasgos de los recursos hídricos de Chile que interesa destacar son:

- a) La extraordinaria longitud del país hace de muy poca utilidad la información acerca del caudal total disponible en el territorio nacional, ya que se trata de un flujo que se encuentra repartido en más de 200 cuencas, en general muy pequeñas, sin que exista posibilidades reales de un intercambio de recursos hídricos significativo entre ellas. Además, la disponibilidad de recursos hídricos de Chile presenta una distribución espacial muy heterogénea, con caudales extremadamente bajos en el norte y muy elevados en el sur. Es así como el balance hídrico de Chile entrega un caudal medio a nivel nacional de 30.000 m³/s, de los cuales solo 21 m³/s, se localizan en las regiones de más al norte (XV, I y II Regiones) mientras que 20.000 m³/s, lo hacen en las regiones del extremo sur (XI y XII)¹.
- b) A lo anterior, se agrega el hecho de que la variabilidad interanual de las precipitaciones es sustancialmente mayor hacia el norte del país, de modo que las situaciones de sequía tienen una intensidad y duración mayor justamente en aquellas zonas que presentan una menor disponibilidad hídrica, agravando sus impactos en la actividad económica. Asimismo, dicha variabilidad genera ocasionalmente crecidas y aluviones que superan muchas veces el escurrimiento habitual de los cauces, con consecuencias graves para la actividad de la población, como se ha observado en los eventos que afectaron en el año 2015 a las Regiones II y III.
- c) La variación estacional de los caudales presenta marcadas diferencias a lo largo del país, característica que incide en las necesidades de infraestructuras de regulación de los recursos hídricos. Así, en las regiones del norte, los caudales máximos se observan en los meses de verano, como consecuencia

1 DGA (1987). Balance Hídrico de Chile.

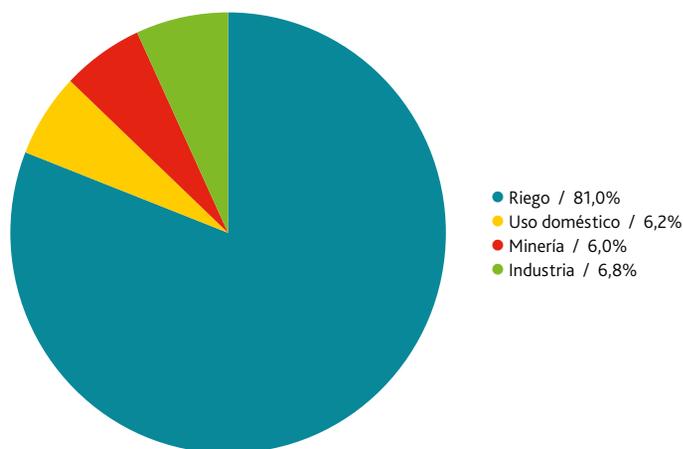
de las lluvias estivales del altiplano, mientras que en el Norte Chico y en la Zona Central el régimen hidrológico refleja la importante acumulación nival que ocurre en la Cordillera de los Andes, generándose la mayor parte de la escorrentía anual durante el período de deshielo, entre octubre y marzo. Sin perjuicio de lo anterior, en esa zona se observa a lo largo del curso de los ríos, desde las nacientes hacia la desembocadura, una evolución hacia regímenes mixtos, nivo-pluviales, con máximos en invierno y primavera-verano, como resultado del aporte de áreas de menor elevación con un sistema de precipitaciones pluviales. De la Región de los Ríos hacia el sur, se presentan numerosos lagos que introducen una regulación natural en los ríos principales, generando un régimen hidrológico con pocas fluctuaciones estacionales.

- d) Las aguas subterráneas constituyen un recurso importante para atender las demandas de agua del país. Ellas se encuentran principalmente en acuíferos constituidos por sedimentos cuaternarios, no consolidados, de origen fluvial, fluvio-glacial y aluvial, que rellenan los valles delimitados por formaciones impermeables terciarias, mesozoicas y paleozoicas. Son acuíferos en general libres o semiconfinados, de pequeño tamaño, con niveles estáticos poco profundos (menores que 50 metros), de características granulométricas muy heterogéneas, aun cuando predominan acuíferos de productividad elevada y con una alta interacción con los cursos de agua superficiales. Se distinguen tres grandes sectores hidrogeológicos: altiplánico, andino vertiente pacífico y cuencas costeras.
- a. Sector altiplánico: Las cuencas altiplánicas corresponden a cuencas cerradas, con gran interés para el abastecimiento de demandas domésticas y mineras, sin embargo, ellas deben competir con las demandas ambientales asociadas a las vegas y bofedales que se localizan en sectores con vertientes y salares.
 - b. Sector andino vertiente pacífico: Se trata de un sector variado, con un subsector Norte Grande, que corresponde básicamente al gran sistema acuífero de la Pampa del Tamarugal y a otros acuíferos del Desierto de Atacama, de gran extensión, pero de escasa recarga; un subsector Valles Transversales, con estrechos acuíferos conformados por rellenos cuaternarios fluviales adyacentes a los cauces de los ríos y con una fuerte interacción con los mismos; y uno Central - Sur: ubicado entre la RM y Puerto Montt, con acuíferos de mayores dimensiones asociados a los sedimentos no consolidados cuaternarios que rellenan la Depresión Intermedia y dan origen al valle central del país. Más al sur, los recursos subterráneos son escasos y, en general, de menor importancia para atender las demandas.
 - c. Sector de cuencas costeras: Incluye aquellas cuencas de vertientes del Pacífico sin respaldo andino, que nacen en la Cordillera de la Costa. Corresponden a pequeños acuíferos localizados en los interfluvios de las cuencas mayores del Norte Chico y la zona central. Se trata de acuíferos libres, de productividad baja o mediana, de poco espesor (inferior a 100 m) y su uso está limitado por la intrusión salina en las napas.
- e) La constitución química natural de las aguas presenta una gran variabilidad a lo largo del territorio nacional, observándose en general una alta concentración de sales en las zonas áridas del norte del país, la que decrece fuertemente hacia las regiones más húmedas del sur. Así, las aguas del Norte Grande, se



caracterizan por los altos valores de conductividad eléctrica, que reflejan su salinidad, y por la frecuente presencia de arsénico (As) y boro en concentraciones elevadas debido a la actividad volcánica y a la presencia de depósitos evaporíticos. En el Norte Chico, por su parte, el contenido de sólidos disueltos de las aguas presenta en general valores menos elevados, aunque con frecuencia en los cursos inferiores también se tienen restricciones para el uso del agua por exceso de salinidad (Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí). En tanto, en la zona Central, la calidad del agua mejora notablemente, y desde la VIII Región hacia el sur, las abundantes precipitaciones permiten que las aguas mantengan contenidos de sólidos disueltos extraordinariamente bajos. En relación con metales pesados, interesa señalar que se registran concentraciones de cobre en los ríos del Norte Chico y la Zona Central, en los cuales existen faenas mineras, pero, en general, no está claro si ello se debe a una situación natural o al efecto de las mismas explotaciones. En relación con la calidad del agua subterránea, debido a la importante interacción que se presenta en el país entre las aguas superficiales y subterráneas, sigue de cerca las tendencias de las primeras, aun cuando normalmente posean niveles de sólidos disueltos superiores.

FIGURA 1.1
Uso de los Recursos Hídricos por Sector
Porcentaje



Fuente: Instituto de Ingenieros de Chile (2011).

En cuanto al problema en un marco amplio de tiempo, es importante señalar que el aprovechamiento de los recursos hídricos ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo del país. En el siglo XIX, constituyeron la base del crecimiento de la producción agrícola a través del explosivo crecimiento de las superficies de riego. En las últimas décadas, esta situación se ha reforzado debido al crecimiento de las exportaciones de un conjunto de productos relacionados con los recursos naturales, tales como: cobre, fruta fresca, vinos, celulosa,

los productos agroindustriales y el salmón, los que representan más de 70% de las exportaciones nacionales, cuya producción depende del agua. Así, el uso y gestión de los recursos hídricos del país han contribuido en forma importante al desarrollo exportador de Chile en las últimas décadas².

Los recursos hídricos utilizados en forma consuntiva en el país equivalen aproximadamente a un caudal medio de 650 m³/s, siendo el aprovechamiento agrícola en el riego de aproximadamente 1,1 millones de hectáreas, el principal usuario con 81% del total. El uso doméstico del agua es el segundo consumidor en importancia y representa 6,2% de las extracciones, lo que permite el abastecimiento de prácticamente 100% de la población urbana y rural (concentrada). El uso para fines mineros se estima en 6% del total y el uso industrial 6,8% (Figura 1.1)³.

Para la ejecución de estos aprovechamientos, desde el siglo XIX se ha desarrollado en el país una importante infraestructura hidráulica, consistente básicamente en:

- 12.000 canales de regadío, con unas 6.400 captaciones en cauces naturales, los que suman una longitud estimada de 40.000 km entre canales de la red primaria y secundaria⁴.
- 1.180 embalses menores o medianos⁵.
- 38 obras de regulación mayores construidas por el Estado, considerando la Laguna del Maule y el Lago Laja, que son sistemas naturales intervenidos por el hombre (sin considerar los embalses construidos en forma exclusiva para generación eléctrica)⁶, que representan un total de 4.460 millones de m³. Si a lo anterior se agregan los volúmenes embalsados para fines exclusivamente hidroeléctricos, la capacidad de almacenamiento total del país alcanza a 7.324 millones de m³, lo que representa una capacidad de regulación de 425 m³ por habitante.

A esta infraestructura se debe agregar la enorme red de distribución de agua potable y alcantarillado, con una longitud aproximada de 70.000 km, y una gran cantidad de plantas depuradoras y de tratamiento de aguas servidas, además de las numerosas obras de defensa fluviales y drenaje de aguas lluvia.

Cabe destacar que no considera la infraestructura que se asocia directamente a proyectos de carácter privado. Asimismo, no supone las obras asociadas a la generación de energía hidroeléctrica, con la excepción de aquellas obras públicas con fines múltiples.

2 Peña H. (2009). Taking it one step at a time: Chile's sequential, adaptive approach to achieving the three E's. En: "Integrated Water Resources Management in Practice". R. Lenton y Mike Muller, Eds. Earthscan.
3 Antecedentes de usos según Instituto de Ingenieros (2011).
4 REG/ Dirección General de Aguas (1991). Estudio de síntesis de catastro de usuarios e infraestructura de aprovechamiento. SIT N° 6. 1991.
5 Ídem.
6 DOH/MOP (2009). Infraestructura Hidráulica del Chile 2020.



MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

Marco legal

En el caso de Chile, los desafíos asociados a la condición de aridez y semi aridez de gran parte del territorio, han otorgado a la gestión del agua y a la creación de una infraestructura para su aprovechamiento, un importante papel en el desarrollo del país.

Ello se ha reflejado en la dictación de una abundante legislación, con una compleja institucionalidad asociada, y en la construcción de una extensa infraestructura para su aprovechamiento, que incluye, entre otras, las obras para el abastecimiento de agua a la población y una importante red de canales de riego.

Los rasgos más determinantes para la gestión como recurso del agua en el país, son el carácter que asigna el marco jurídico a los derechos de aprovechamiento de agua y el papel que define para el Estado y los particulares. Al respecto, se puede señalar:

- La legislación de aguas vigente establece que las aguas son bienes nacionales de uso público, esto es, bienes cuyo dominio pertenece a la nación y su uso corresponde a todos los habitantes de la nación.
- Sin perjuicio de lo anterior, se concede a los particulares derechos de uso privativos sobre las mismas – derechos de aprovechamiento de aguas (DAA)– los que permiten a su titular “el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código” (Código de Aguas, Artículo N° 5). Por su parte, la legislación establece que el DAA “es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley” (Código de Aguas, artículo N° 6), como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada y con una protección jurídica similar. Además, el derecho de aprovechamiento se define como un bien principal y ya no accesorio a la tierra o industria para los cuales hubiera estado destinada, de modo que se puede transferir libremente, dando origen a un mercado de DAA.
- La definición del agua como Bien Nacional de Uso Público, el valor estratégico de los recursos hídricos para el desarrollo económico y social del país, junto con su importancia para la conservación ambiental, y las múltiples externalidades relacionadas con su gestión, genera en el Estado una responsabilidad especial en la tutela, gestión y desarrollo de los recursos hídricos. De este modo, de acuerdo al marco jurídico vigente, el Estado debe cumplir, entre otras, funciones tales como: Investigar y medir los recursos hídricos; regular su uso y los servicios asociados, en particular los de agua potable y saneamiento; conservar y proteger los recursos hídricos en un marco de desarrollo ambientalmente sostenible; garantizar la satisfacción del derecho humano al agua; proteger a la población y los bienes del impacto de las inundaciones; y desarrollar las obras de infraestructura hidráulica de interés público.
- Por su parte, el marco jurídico entrega a los particulares la responsabilidad de desarrollar los proyectos de aprovechamiento para sus actividades productivas o comerciales y de distribuir las aguas,

a través de las organizaciones de usuarios, de acuerdo a los derechos de cada cual, y de operar y mantener las obras de aprovechamiento común. Además, la legislación sectorial ha entregado a la empresa privada la tarea de proveer los servicios de agua potable y saneamiento a la población urbana y desarrollar las actividades de generación hidroeléctrica. Asimismo, en el ámbito de la operación y mantención de los sistemas de Agua Potable Rural construidos por el Estado, se ha diseñado un modelo de gestión comunitaria mediante los Comités de Agua Potable Rural que agrupan a los beneficiarios.

El marco jurídico general descrito, se expresa en un sistema de leyes que regulan las aguas y su aprovechamiento, considerando cinco áreas principales diferenciadas:

- a) **Legislación de aguas:** Está contenida básicamente en el Código de Aguas, vigente desde el año 1981 y modificado el año 2005, que regula la constitución y ejercicio de los derechos para extraer agua de los cauces naturales, así como las modificaciones de los cauces naturales y la construcción de las obras hidráulicas mayores, en lo relativo a su seguridad y el riesgo sobre terceros.
- b) **Legislación ambiental:** Consiste básicamente en la Ley N° 19.300 de 1994, o Ley de Bases del Medio Ambiente (LBMA), con su modificación por la Ley 20.417 de 2010. En ella se establece el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y se crea un conjunto de instrumentos articulados para la protección, prevención y control de la contaminación del medio ambiente, dentro de los cuales se destacan las normas relativas a la emisión de residuos industriales líquidos al alcantarillado, a los cursos de aguas superficiales y a las aguas subterráneas, y las normas de calidad ambiental, a los cuales se deben ceñir los proyectos de infraestructura públicos y privados.
- c) **Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento:** En Chile, los servicios sanitarios que atienden las zonas urbanas se rigen por el DFL MOP N° 382/88 y la Ley 19.549 de 1998, que establece un régimen de concesiones y una estructura legal que se caracteriza por entregar la producción, distribución, recolección y tratamiento de las aguas a empresas, ya sea públicas o privadas, las cuales son reguladas por el Estado por medio de un sistema que fiscaliza la calidad del servicio, establece la tarifa y hace un seguimiento de los planes de inversión.
- d) **Construcción de obras de riego:** Las obras de riego que construyen los entes del Estado, se encuentran reguladas por el DFL 1123 de 1981 que define aspectos tales como la aprobación y compromiso de los beneficiarios, la recuperación de costos, la entrega de las obras y otros. Las resoluciones al respecto son tomadas en el seno de la Comisión Nacional de Riego (CNR), cuyo consejo está conformado por los ministros involucrados en el tema. Cabe señalar que, además, el Estado ha desarrollado instrumentos específicos para apoyar el desarrollo de las pequeñas obras de riego por parte de los particulares, para lo cual se aprobó la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras Menores de Riego y Drenaje (1985), la cual permite subsidiar a las obras seleccionadas mediante un sistema de concursos.



- e) **Legislación relativa al control de crecidas y manejo de cauces:** La Ley N° 19.525 de 1997 transformó a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas en la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), y le entrega la competencia en lo relacionado con la red primaria de los sistemas de evacuación y drenaje de las aguas lluvia. La red secundaria se mantiene en el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. La ley establece además que para cada centro urbano deberá hacerse un Plan Maestro de Drenaje de Aguas Lluvias y establece exigencias a los urbanizadores. Por otra parte, la protección contra la acción de las crecidas en el medio rural está entregada a la DOH. Según el texto refundido de la Ley Orgánica del MOP (DFL 850 MOP 1997), la reglamentación y determinación de zonas prohibidas para la extracción de materiales corresponde a las municipalidades y la delimitación de los deslindes de los cauces naturales al Ministerio de Bienes Nacionales, previo informe de la Dirección General de Obras Públicas.

No obstante, desde mediados de la década del 2000, el nivel de conflictividad social en torno al agua se ha incrementado⁷, circunstancia que ha incidido en la proliferación de iniciativas parlamentarias dirigidas a introducir cambios en materia de aguas en la legislación e inclusive en la Constitución. Aunque se han presentado diversos proyectos de reforma constitucional, muchos de los cuales se orientan a modificar el tratamiento que se da a los derechos de agua y su carácter de propiedad privada, a la fecha no se ha aprobado ninguna iniciativa de reforma legal.

Sin perjuicio de esta circunstancia, resulta de interés destacar el plan de reformas planteado por el Gobierno actual en conversación con los grupos parlamentarios, que considera una agenda de temas con los siguientes elementos⁸:

- Proyecto orientado a la intensificación del carácter de bien público de las aguas y de los principios de sustentabilidad del acuífero y de tutela del Estado (Boletín 7543-12). Este proyecto corresponde a una reformulación por parte del Ejecutivo de una iniciativa debatida por una comisión especial de la Cámara de Diputados. En síntesis la propuesta considera:
 - La intensificación del carácter de bien nacional de uso público eliminando el carácter de perpetuos de los nuevos DAA e incorporando causales de caducidad.
 - La priorización de la denominada “función de subsistencia”, otorgando en la tramitación de DAA y en el establecimiento de limitaciones a su ejercicio un tratamiento preferente al consumo humano y saneamiento, en especial a los relacionados con los APRs, y con las comunidades indígenas.
 - La protección de ciertas áreas de importancia ambiental y patrimonial, declarando la imposibilidad de constituir DAA en los glaciares y en Parques Nacionales y Reservas de Región Virgen.

7 Larraín S. y P. Poo-Chile Sustentable (Editores) (2010). Conflictos por el Agua en Chile: Entre los Derechos Humanos y las Reglas del Mercado.

8 Carlos Estévez V. “Desafíos para la Gestión del Recurso Hídrico: propuestas de modificación al marco normativo”. Presentación en Reunión de Expertos “La Formulación de Políticas de Agua en el Contexto de la Agenda de Desarrollo Post-2015” Santiago, 14 de julio de 2015, CEPAL.

- El fortalecimiento de las atribuciones de la DGA relativas al manejo de los acuíferos declarados áreas de restricción y de los derechos provisionales constituidos en los mismos, y respecto de las obligaciones de los usuarios sobre la medición de los caudales extraídos.
 - La creación de diversos instrumentos orientados a lograr una mayor efectividad en el cobro de la patente por no uso de las aguas.
 - Resguardo de los actuales titulares de DAA, en particular limitando el plazo para la regularización de derechos de antigua data y del proceso de reforma agraria.
- Fortalecimiento de las atribuciones públicas para recoger información, fiscalizar y sancionar. Corresponde a una iniciativa presentada por el Gobierno orientada a entregar nuevos instrumentos a la Administración que permitan realizar una fiscalización efectiva del ejercicio de los DAA, en especial en el caso de las aguas subterráneas (Boletín 8149-09).
 - Ante proyecto de Modificaciones al título de las Organizaciones de usuarios de aguas. Se trata de una iniciativa del Ejecutivo cuyo contenido aún se desconoce.
 - Ante proyecto de Gestión Integrada del Recurso Hídrico por cuencas y de Nueva Institucionalidad para el Agua. Es una iniciativa de Gobierno que aún no ha sido presentada. Sin perjuicio de lo cual, se entiende que ella considerará la creación de una Subsecretaría de Recursos Hídricos además de la institucionalidad e instrumentos para hacer efectiva una gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de las cuencas.

Estructura institucional

Respecto de la estructura institucional, se presentan los organismos que participan directa e indirectamente en la gestión del recurso hídrico, distinguiendo entre aquellas que corresponden a entidades de gobierno, autónomas y de usuarios. Para los propósitos del presente informe interesa destacar solo los siguientes:

- **Dirección General de Aguas (DGA):** es el organismo del Estado encargado de planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales; investigar y medir dichos recursos, para lo cual opera el Servicio Hidrométrico Nacional; constituir los derechos de aprovechamiento sobre las aguas y regular su ejercicio en los términos definidos en el Código de Aguas; ejercer la labor de policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público y autorizar los proyectos de obras hidráulicas mayores; supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios; y desarrollar el Catastro Público de Aguas (CPA).
- **Servicio de Evaluación Ambiental (SEA):** su objetivo es administrar el Sistema de Evaluación Ambiental, SEIA, el cual lidera la incorporación de la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. A través de él se evalúa y certifica que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, se encuentran en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que les son aplicables.



- **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA):** tiene como misión liderar y promover el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental de su competencia a través de la fiscalización, asistencia al cumplimiento, sanciones disuasivas y la entrega de información ambiental a la comunidad.
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):** se encarga de la fiscalización de las empresas sanitarias, la fijación de tarifas por los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas que prestan y la fiscalización de los establecimientos industriales generadores de Residuos Industriales Líquidos (RILES).
- **Comisión Nacional de Riego (CNR):** a través del Consejo de Ministros de la CNR, coordina la política nacional de riego y la realización de los programas y planes de riego del Estado. Además, le corresponde la administración de la Ley 18.450 que fomenta la inversión privada en obras menores de riego y drenaje y promueve el desarrollo agrícola de los productores de las áreas beneficiadas.
- **Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP:** es el organismo técnico del Estado, especializado en la provisión de infraestructura hidráulica. En particular, le corresponde la construcción de las obras de riego del Estado, las actividades relacionadas con la construcción de la red primaria de drenaje de aguas lluvias en zonas urbanas y la construcción de los sistemas de agua potable rural (APR).
- **Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs):** Son entidades autónomas, de carácter privado que, sin embargo, son reguladas por el Estado. Sus objetivos son distribuir las aguas de acuerdo a los derechos de aprovechamiento de agua de sus usuarios junto con construir, mantener, mejorar y administrar los sistemas de distribución y resolver los conflictos que se pueden generar. Entre ellas se distinguen las Juntas de Vigilancia (JdV), que tienen jurisdicción sobre una cuenca o una sección de un río y las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua que operan a nivel de una determinada fuente artificial, ya sea canal, acueducto, pozo u otro. De acuerdo a la información a nivel nacional disponible⁹, existen

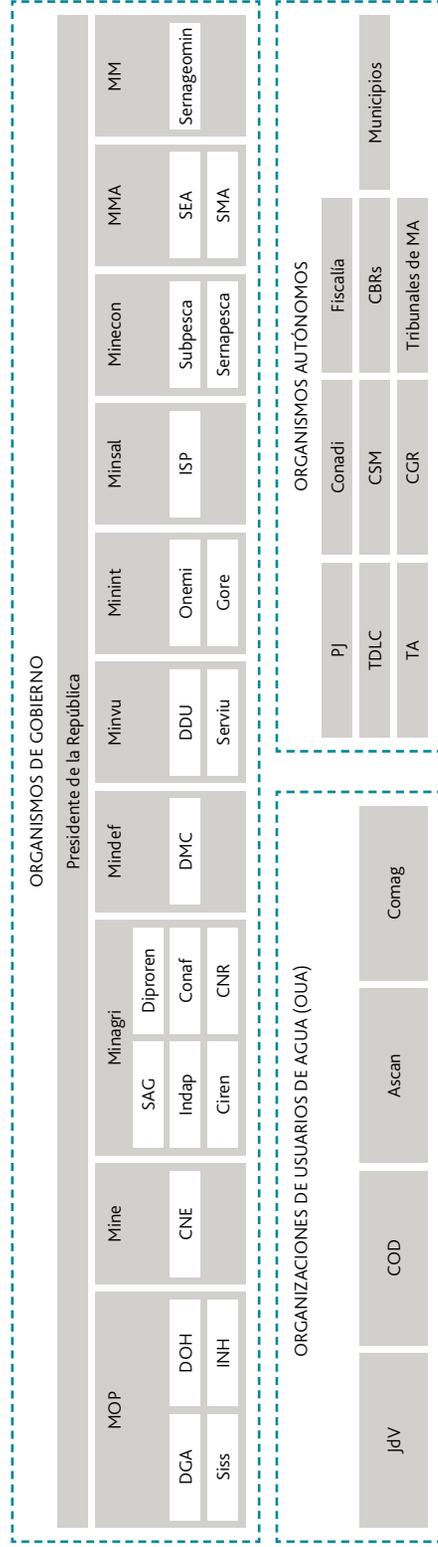
TABLA 1.5
Catastro de Organizaciones de Usuarios

Organización	Registradas	No registradas	Total
Juntas de Vigilancia	21	30	51
Asociaciones de canalistas	49	167	216
Comunidades de agua	2.625	s/i	2.625
Total	2.695	197	2.892

Fuente: Alegría y Valdés (1999).

9 Alegría M.A. y F.Valdés (1999). Diagnóstico de la Situación Actual de las Organizaciones de Usuarios a Nivel Nacional. SDT N° 102. DGA.

FIGURA 1.2
Estructura Institucional en el Recurso Hídrico



A. ORGANISMOS DE GOBIERNO

1. M. de Obras Públicas (MOP).
2. Dirección General de Aguas (DGA).
3. Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).
4. Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
5. Instituto Nacional de Hidráulica (INH).
6. M. de Energía (MINE).
7. Comisión Nacional de Energía (CNE).
8. M. de Agricultura (MINAGRI).
9. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
10. Div. de Protección de Recursos Naturales Renovables (DIPROREN).
11. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).
12. Comisión Nacional de Riego (CNR).
13. Corporación Nacional Forestal (CONAF).
14. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).
15. M. de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

16. Div. de Desarrollo Urbano (DDU).
17. Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU).
18. Dir. Meteorológica de Chile (DMC).
19. Gobierno Regional (GORE).
20. Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI).
21. M. de Salud (MINSAL).
22. Instituto de Salud Pública (ISP).
23. M. de Economía (MINECON).
24. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).
25. Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
26. M. de Medio Ambiente (MMA).
27. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).
28. Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).
29. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

B. ORGANISMOS AUTÓNOMOS

30. Ministerio Público (Fiscalia).
31. Poder Judicial (PJ).
32. Tribunal de Defensa a la Libre Competencia (TDLC).
33. Tribunales Arbitrales (TA).
34. Tribunales de Medio Ambiente.
35. Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
36. Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS).
37. Contraloría General de la República (CGR).
38. Conservador de Bienes Raíces (CBR) y Notarios.
39. Municipios.

C. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA (OUA)

40. Juntas de vigilancia (JdV).
41. Asociaciones de Canalistas (ASCAN).
42. Comunidades de Aguas (COMAG).
43. Comunidades de Obras de Drenaje (COD).

Fuente: Banco Mundial / MOP (2013).



del orden de 3.000 organizaciones de usuarios, de las cuales 51 serían Juntas de Vigilancia, incluyendo en ese total las Juntas de Vigilancia de hecho, no registradas legalmente en la DGA. De las 101 cuencas hidrográficas principales del país que desaguan al océano, solo en 28% de ellas existe algún tipo de organización, lo que indica el número de cuencas en las cuales históricamente la correcta distribución de las aguas ha sido un tema de preocupación comunitaria.

ESCENARIOS FUTUROS E INDICADORES

Consideraciones generales

El análisis de los temas relacionados con los recursos hídricos en el país, hace necesario tener una visión del escenario del futuro deseable. Con ese propósito, en el presente informe se ha definido la Visión a 2025, entendida como el conjunto de resultados deseados hacia el fin del horizonte de análisis, tanto a nivel cuantitativo (indicadores) como cualitativo (ejes estratégicos), tomando en cuenta conceptos relacionados con el desarrollo tanto productivo como social, que permitan identificar un estado de desarrollo alcanzable en la ventana de tiempo considerada, a partir de la materialización de inversiones en infraestructura que cierran brechas de déficit actual y cubren las necesidades futuras.

En los últimos años, para definir el objetivo estratégico que debieran alcanzar los países en relación con la gestión de los recursos hídricos se ha incorporado crecientemente el concepto de Seguridad Hídrica, el cual ha sido incluido en numerosas declaraciones y acuerdos internacionales, en especial a partir del año 2000¹⁰. De este modo, la Visión 2025 puede considerarse como un paso de mediano plazo, que asume en forma realista dicho objetivo estratégico de mayor plazo.

Entre las ventajas que presenta este enfoque, está el de constituir un criterio para establecer metas y evaluar los impactos de las políticas públicas, entregar elementos para comparar experiencias y resultados de la gestión en distintas realidades y transmitir las lecciones aprendidas.

Junto con la creciente utilización del concepto de Seguridad Hídrica en el ámbito internacional, se ha visto la necesidad de definirla en forma precisa. Entre otras numerosas propuestas, una definición que ha tenido una amplia difusión es: “la existencia de un nivel aceptable de cantidad y calidad de agua para la salud, la subsistencia, los ecosistemas y la producción, junto a un nivel aceptable de riesgos asociados al agua, para las personas, el medio ambiente y la economía” (Grey y Sadoff, 2007)¹¹. Por su parte, la OCDE (2013)¹² presenta una aproximación al tema enfocada en el análisis de riesgos y señala que la seguridad hídrica consiste en

10 H Peña: “Desafíos a la Seguridad Hídrica en América Latina y El Caribe” (en preparación). Cepal.

11 Grey D. y C. Sadoff (2007). Sink or Swim? Water Security for Growth and Development. Water Policy Nº 9.

12 OECD (2013). “Water Security for Better Lives”, OECD Studies on Water, OECD Publishing.

“mantener en niveles aceptables cuatro riesgos asociados al agua: el riesgo de escasez, como falta de suficiente agua (en el corto y largo plazo) para los usos beneficiosos de todos los usuarios; el riesgo de inadecuada calidad para un propósito o uso determinado; el riesgo de los excesos (incluidas las crecidas), entendidas como el rebalse de los límites normales de un sistema hidráulico (natural o construido) o la acumulación destructiva de agua en áreas que no están normalmente sumergidas, y el riesgo de deteriorar la resiliencia de los sistemas de agua dulce, por exceder la capacidad de asimilación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas y sus interacciones, con la eventual superación de los umbrales aceptables, causando daños irreversibles en las funciones hidráulicas y biológicas del sistema”.

Considerando lo anterior, en una reciente investigación que analiza la naturaleza de los desafíos que debe asumir América Latina y El Caribe (LAC) se concluye que para la región, la Seguridad Hídrica consistiría en tener: “a) Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción; b) La capacidad –institucional, financiera y de infraestructura– para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar las interrelaciones entre los diferentes usos y sectores; y c) Un nivel aceptable de riesgos asociados al agua, para la población, el medio ambiente y la economía”¹³.

Esta definición entrega una visión amplia del papel del agua en la sociedad, permite enfatizar no solo la situación de disponibilidad de recursos hídricos para satisfacer los requerimientos, sino que además reconoce las limitaciones que presentan en la práctica los países de LAC para atenderlos, además de la necesidad que tienen de establecer compromisos entre los distintos sectores y objetivos para avanzar en su cumplimiento. Asimismo, la definición reconoce los riesgos e incertidumbres que por su naturaleza presentan los temas relativos al agua, destacando que las sociedades pueden aspirar solo a limitar y gestionar sus riesgos en niveles aceptables, pero no a eliminarlos. En lo sucesivo, las referencias a la Seguridad Hídrica en el presente informe se ceñirán a esta conceptualización.

Establecida la Seguridad Hídrica como objetivo estratégico a alcanzar, surgen cuatro temas que resulta necesario precisar: a) la determinación de los niveles de seguridad aceptables, b) el papel que corresponde al desarrollo de la infraestructura en el logro de dicho objetivo, c) la factibilidad de utilizar indicadores simples como medio de comparación para establecer metas y hacer un seguimiento de los avances, y d) los alcances que tendrá la Visión 2025.

Niveles de seguridad aceptables

La gestión del agua es en esencia un proceso de gestión de riesgos en un sentido amplio. En esa misma medida, la definición del objetivo de seguridad hídrica adquiere una dimensión económica, por la necesidad de determinar: el nivel apropiado de suministro de seguridad, considerando la frecuencia, magnitud e intensidad

13 H Peña: “Desafíos a la Seguridad Hídrica en América Latina y El Caribe” (en preparación). Cepal.



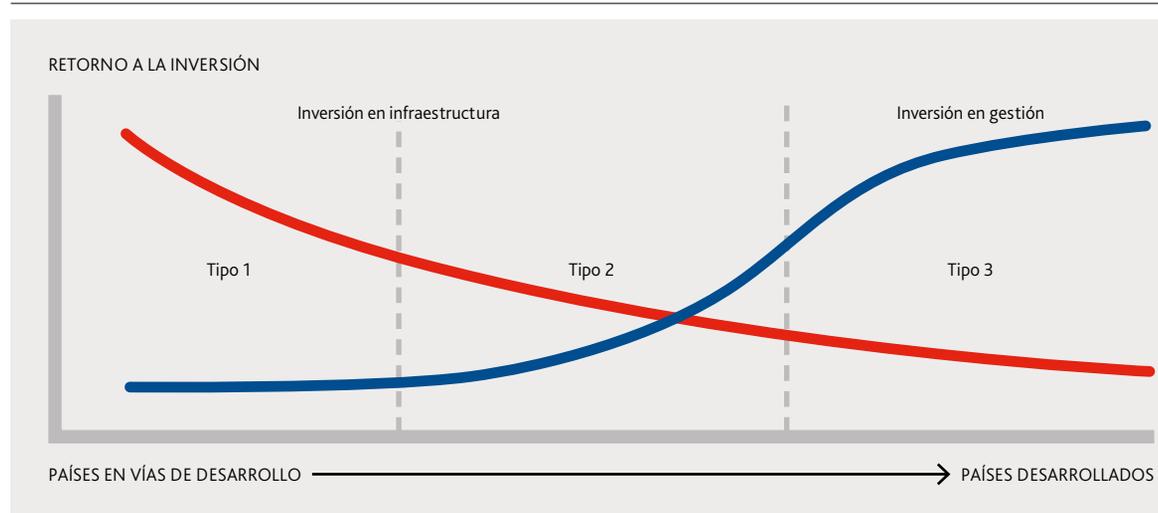
de los riesgos además de la magnitud y distribución social de los peligros y de los costos asociados a su reducción. A lo anterior, se debe agregar que el nivel de riesgo aceptable evoluciona con la sociedad, tanto por el mejoramiento de la calidad de vida de la población, como por la creciente complejidad y cambio de los vínculos entre el aprovechamiento del agua y la actividad económica en la sociedad moderna.

El papel de la infraestructura

Existe una estrecha relación entre los aspectos de gestión y de disponibilidad de infraestructura para alcanzar un determinado nivel de seguridad hídrica. La importancia relativa entre ambos aspectos depende, por una parte, del stock de inversión acumulado a lo largo de la historia y, por otra, de la calidad de las instituciones de gestión existentes. De este modo, en cada tema, la solución de los problemas responde a un balance particular de inversión en gestión o infraestructura, propio del nivel de desarrollo de cada país.

Como se señala más adelante, Chile se puede clasificar entre los países que están en una condición intermedia (tipo 2), considerando que existen avances en diferentes áreas, pero también hay déficits que hacen necesario avanzar en el desarrollo de la infraestructura, conjuntamente con el mejoramiento en la gestión. Cabe destacar que ambos requerimientos presentan un peso relativo que varía en cada tema y zona del país.

FIGURA 1.3
Desarrollo de los países y la importancia de invertir en gestión o en infraestructura



Fuente: Banco Mundial.

La amplia aceptación que ha tenido el concepto de Seguridad Hídrica como forma de identificar los objetivos de la comunidad internacional y de los países en relación con la gestión del agua, ha motivado un esfuerzo por generar indicadores cuantitativos simples que permitan medir los avances. No obstante, en general, dicho enfoque metodológico, aplicado a nivel de cada país, presenta una clara limitación, ya que la extensión geográfica, la heterogeneidad espacial y la complejidad de las situaciones que se presentan al interior de cada uno, inhabilitan la escala nacional para analizar y reflejar adecuadamente los problemas reales, los que se presentan usualmente a nivel de una zona o una cuenca de los países.

Del mismo modo, las necesidades de dotación de infraestructura en el ámbito de los recursos hídricos dependen estrechamente de las condiciones hidrológicas y de otros factores propios del contexto local, tales como la topografía, actividades económicas, tecnologías en uso, aspectos culturales, situaciones heredadas y crecimiento económico, lo que permite la aplicación de indicadores solo en casos excepcionales. Estas razones explican por qué en la práctica internacional no se ha generalizado su aplicación.

Indicadores y riesgos aceptables al 2025

La determinación de los niveles de seguridad hídrica aceptables para el desarrollo del país, y, a partir de lo anterior, de la Visión 2025, supone como cuestión previa, identificar los temas en los que los riesgos asociados al agua constituyen un elemento crítico para su desarrollo social y económico. Al respecto, los antecedentes y diagnósticos existentes relativos a la situación de los recursos hídricos en el país permiten identificar las siguientes áreas prioritarias:

- a) El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.
- b) La disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo social y productivo sostenible.
- c) La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la protección de la salud y el medioambiente.
- d) La protección de la población contra inundaciones, en especial en las zonas urbanas y en las que reciben el impacto de los aluviones.

Respecto de estos temas prioritarios en el presente informe solo se tratan los correspondientes a las letras a), b) y d). El tema relativo a la conservación ambiental (letra c), no es analizado, ya que en el futuro cercano no se visualiza la necesidad de desarrollar infraestructuras con ese exclusivo propósito. De este modo, el informe se centra en la infraestructura crítica para los siguientes requerimientos:

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

En cada una de las áreas seleccionadas será necesario:

- Definir los criterios de riesgo que resultan aceptables.
- Establecer los niveles de seguridad hídrica que se propone alcanzar al año 2025.



En relación con el abastecimiento de agua, el nivel de riesgo que resulta aceptable para los usuarios depende tanto de los impactos posibles, en cuanto a su magnitud y probabilidad, como de los costos de mejorar la seguridad hídrica, y además está asociado a una estrategia de gestión de dichos riesgos, reduciendo la vulnerabilidad. Por otra parte, es necesario considerar que cada tipo de usos y cada usuario, considerado individualmente, presenta un diferente umbral de aceptación de los riesgos, en función de la naturaleza de los impactos.

Así, el abastecimiento para uso doméstico urbano en el país acepta que las fuentes de suministro entreguen una seguridad hidrológica de 95% de los años, de modo que, según esa normativa, en 5% de los años habría algún mes con una disponibilidad menor a la demanda prevista. En tanto, los criterios internacionales respecto al uso doméstico señalan que en 99% de los años no debiera existir un riesgo de suministro que afecte la salud de las personas. Los usos mineros e industriales también operan con elevados niveles de seguridad, considerando los costos que tienen para esos usos una falla de suministro, al obligarlos a reducir o suspender la producción.

En el caso de Chile, en relación con la seguridad hidrológica para el abastecimiento de agua a los distintos usos, es necesario considerar que el riego representa del orden de 80% de los consumos de agua y tiene una menor productividad por m³ de agua, de modo que las situaciones de déficits debieran finalmente concentrarse en dicho sector. Además, la legislación del agua dispone de instrumentos para gestionar los impactos, para redistribuir los recursos disponibles con el menor costo para la sociedad posible y priorizar el uso humano. Por su parte, los usuarios domésticos, mineros e industriales, tienen la posibilidad de desarrollar estrategias específicas que les otorgan una mayor seguridad, como, por ejemplo, el uso combinado de fuentes superficiales y subterráneas y disponer de derechos de aprovechamiento de agua en exceso, previendo situaciones críticas.

De este modo, para analizar la seguridad de abastecimiento de agua en el país bastará con referirse a los riesgos que resultan aceptables para el uso agrícola del recurso hídrico. En este caso, considerando que la agricultura en Chile tiene objetivos básicamente comerciales, el nivel de seguridad hídrica adecuada para su desarrollo es un tema principalmente económico.

Recursos para uso productivo

Para abordar este tema, en el país ha sido tradicional aceptar que las demandas agrícolas a nivel de un valle debieran estar atendidas con una probabilidad hidrológica de excedencia de 85%, valor muy similar al que se señala en forma simplificada en países OECD tratándose de horticultura¹⁴. Este criterio corresponde a una solución de compromiso entre el interés de ampliar la superficie agrícola al máximo posible, de modo de utilizar plenamente los recursos hídricos disponibles en años normales y medianamente secos, y el riesgo de sufrir pérdidas en períodos secos (situación que se presentaría 15% de los años). Al respecto, se adopta el criterio de cálculo utilizado por la CNR para determinar cuándo se considera un “año fallado”, que establece año con fallo cuando en algún mes del año se entregue menos de 85% de la demanda mensual o cuando en 2 meses consecutivos se entregue menos de 90% de la demanda total de los dos meses.

14 OECD (2013). “Water Security for Better Lives”, OECD Studies on Water, OECD Publishing.

Este criterio, sin duda, ha estado influido por las características propias de la agricultura de riego desarrollada desde el siglo XIX en el valle central, características que están experimentando cambios y, además, no necesariamente se dan en todas las regiones. Al respecto se puede señalar que:

- Las nuevas demandas agrícolas generadas por una agricultura de mayor tecnología y con mayores inversiones, orientada hacia productos de mayor valor, como la vitivinicultura y fruticultura, en general, son menos tolerante a los déficits de abastecimiento.
- La relación entre los caudales de probabilidad de excedencia de 85% y los de mayor probabilidad en los ríos principales de Chile central no es excesiva, lo que explica la aceptación histórica de dicho criterio, ya que los eventuales déficits no resultan catastróficos. Sin embargo, en valles costeros o en cursos inferiores de los ríos, esas diferencias pueden ser muy notables. De este modo, la magnitud de los déficits en años con menos recursos hídricos en esas zonas pueden alcanzar niveles inaceptables, fenómeno que no se presenta con la hidrología de los ríos principales.
- En períodos de déficits de abastecimiento de agua, las nuevas prácticas agronómicas hacen posible implementar estrategias de adaptación que antes no estaban disponibles.

No obstante estas limitaciones, la información existente no permite reemplazar el criterio tradicional que, con algunos refinamientos, ha sido de común aplicación en el sector, por otros enfoques económicos más rigurosos, como se ha propuesto para el desarrollo de nuevos proyectos¹⁵.

En la práctica, la aplicación de este criterio de seguridad hídrica está condicionada por la forma como opera el sistema legal y administrativo de gestión del agua en el país. En especial, debe tener en cuenta las siguientes características:

- Desde mediados del siglo XIX y hasta la primera mitad del siglo XX, en los principales ríos localizados desde el río Biobío al norte, se desarrolló un sistema intensivo de uso de las aguas para el regadío, cubriendo completamente las disponibilidades en aquellos tramos de los cauces, donde existía suficiente demanda para incorporar nuevas superficies al riego.
- Los derechos sobre las aguas superficiales permiten el uso completo de los recursos que circulan por los cauces, en ciertos tramos, durante los meses de estiaje, por lo que el caudal que representan varía en dichos períodos de acuerdo con la disponibilidad hídrica (hasta un valor máximo). Los derechos no consideran (excepto los otorgados después de la reforma del año 2005) la existencia de algún caudal mínimo ecológico para los períodos de estiaje, en los tramos aguas abajo de las tomas de los canales.

15 Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego (2011). Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego. Versión 14 de Abril 2011.



- En este contexto, dependiendo de las condiciones de disponibilidad hídrica de cada temporada, los recursos de agua destinados al riego son aprovechados por los usuarios siguiendo una de las siguientes estrategias: a) abastecer una superficie agrícola variable, en la cual se prioriza el riego de una fracción del terreno donde se tienen plantaciones o cultivos de alto valor, destinándose los caudales eventuales a cultivos anuales de menor valor o marginales, como riego de praderas mejoradas; b) regar el predio con un exceso de dotación y una baja eficiencia en años normales, la que se mejora sustancialmente en períodos de escasez (riego más cuidadoso, nocturno, etc.) para permitir atender la totalidad de la superficie agrícola; y c) disponer de derechos de aprovechamiento sobredimensionados de modo que en períodos de escasez sean suficientes para abastecer la demanda respectiva.

Esta forma de gestionar los recursos hídricos hace que habitualmente la consecuencia de alcanzar una mayor seguridad hídrica de abastecimiento de las demandas es la de: a) permitir que la proporción de cultivos de alta rentabilidad pueda incrementarse, sin que aumenten los riesgos económicos; o b) que disminuya la frecuencia con que las áreas de menor productividad se dejen sin cultivar.

De acuerdo a lo señalado, el objetivo estratégico de tener una adecuada seguridad hídrica es equivalente a definir la extensión de las superficies de riego que debieran alcanzar una seguridad de riego de probabilidad de excedencia de 85%, teniendo presente que siempre existirán áreas adicionales que se riegan en forma eventual, en años con alta pluviosidad.

Para establecer una meta al año 2025 relativa a la extensión de las superficies regadas con una seguridad de riego de 85%, es necesario considerar los siguientes factores:

- La elevada competitividad internacional de la agricultura de riego nacional constituye una oportunidad para el desarrollo económico del país, de modo que resulta conveniente expandir las zonas de riego con una adecuada seguridad hídrica al máximo potencial definido por la disponibilidad de suelo y agua, sin perjuicio de que dicha meta también dependa de algunos factores ajenos al tema hídrico. En el hecho, el anunciado objetivo del sector agrícola de convertir al país en una “potencia agroalimentaria” está asociado al incremento de las superficies regadas.
- Diversos estudios han estimado el máximo potencial de superficies que pueden incorporarse al riego en el país, si se dispone de infraestructuras y sistemas de gestión optimizados. La expansión del riego con seguridad adecuada al año 2025 debe ser una fracción de dicha potencialidad, considerando las capacidades existentes para ese propósito y la naturaleza de las acciones que deben desarrollarse.

Agua potable y saneamiento

A nivel mundial, se ha aceptado que el acceso a fuentes de agua potable y saneamiento constituye un derecho humano, habiendo sido aprobado por la Asamblea de Naciones Unidas la Resolución A/RES/64/92 Sobre el Derecho Humano al Agua y Saneamiento, la cual exhorta a los gobiernos a su “cumplimiento progresivo”.

Asimismo, en Chile, el criterio establecido en la normativa sanitaria aplicada a las zonas urbanas define un sistema de acceso universal, lo cual se ha alcanzado casi plenamente en dichas zonas desde hace varios años (en el año 2011, la cobertura de abastecimiento de agua potable en las zonas urbanas era de 99,8%). Este criterio también ha sido adoptado en las zonas rurales concentradas y semi-concentradas¹⁶.

De este modo, en general, el criterio aceptable para el país en relación con la cobertura, tanto en las zonas urbanas como rurales, en cuanto a abastecimiento, recolección de aguas servidas y tratamiento, es el de contar con un servicio de carácter domiciliario en 100% de los hogares.

Respecto de la dotación de agua que se debe asegurar a la población, en el caso urbano, ella se considera sin límites, mientras que en el ámbito rural se acepta como dotación de diseño de los sistemas de agua potable un valor de 150 litros/habitante/día. Cabe señalar que desde la perspectiva de la incertidumbre hidrológica, las empresas concesionarias, en la práctica, deben responder por el abastecimiento en cualquier circunstancia, aunque los sistemas tarifarios se evalúan asegurando completamente el servicio con una probabilidad hidrológica de excedencia de las fuentes superficiales de 90%.

En este contexto de cobertura total, los riesgos aceptables no se refieren solo al acceso y dotación de agua disponible para la población, sino también a la calidad del servicio, considerando estándares adecuados respecto de su continuidad y control de calidad del agua producida para la bebida y de las aguas tratadas efluentes. Cabe señalar que esta es una materia dinámica relacionada con las definiciones normativas, los avances científicos y los cambios que experimenta el medio natural. Así, por ejemplo, en EE.UU¹⁷, se ha estimado que 16% de los requerimientos de inversión en infraestructura para los próximos 20 años corresponden al acondicionamiento de los sistemas para cumplir las normativas sanitarias, de los cuales 2% es para futuros cambios y 14% para las vigentes. En el caso de Chile, es necesario destacar que existen diferencias entre las normas de los países más desarrollados y las nacionales y, además, existen procesos de revisión de la normativa orientados a mejorar dichos estándares (la modificación al DS SEGPRES 90/2000, que fija las normas de emisión a los cauces naturales y al medio marino, está en trámite desde el año 2005), de modo que pudieran generarse necesidades de inversión para alcanzar estándares más exigentes.

De acuerdo a lo señalado, el escenario al año 2025 quedaría definido por los siguientes elementos:

- Una cobertura de agua potable de 100%, en todas las zonas urbanas y en las rurales con localidades de población concentrada y semi-concentrada y con una calidad de servicio de acuerdo a las normativas, incluyendo la seguridad de abastecimiento en situaciones de sequía extrema.

16 Son localidades concentradas aquellas que tienen una población mayor a los 150 habitantes y una densidad superior a las 15 viviendas por kilómetro de red, y son semi-concentradas aquellas que presentan al menos 8 conexiones por cada kilómetro de red y 80 habitantes por localidad.

17 EPA (2007): "Drinking Water Infrastructure Needs Survey and Assessment". Fourth Report to Congress.



- Un servicio de recolección y tratamiento de aguas servidas, de acuerdo a las normativas, en 100% de las zonas urbanas. En las zonas rurales al año 2025 se espera disponer de un porcentaje de recolección y tratamiento significativo.

Defensa de aluviones y aguas lluvia

La definición de los riesgos aceptables en relación con el impacto de crecidas y aluviones debe tener en consideración dos antecedentes críticos:

- No es técnicamente factible ni financierable evitar completamente el riesgo de inundaciones en todas las propiedades. La imposibilidad de dar una protección completa a todas las poblaciones y obras, lleva a la necesidad de considerar criterios económicos para definir y priorizar los proyectos de protección que se realizan. Por ejemplo, en el caso de Reino Unido la reducción de los daños esperados debe ser como mínimo de 5 veces los costos. De este modo, los objetivos de los planes de prevención, buscan reducir los riesgos de inundación y no su eliminación.
- En general, para evitar o mitigar los impactos es necesario tomar decisiones en un escenario en el cual un enorme número de propiedades ya están construidas en áreas inundables, y, en consecuencia, deben actuar para disminuir y manejar los riesgos (en el caso de Reino Unido, una de cada seis es susceptible de inundación¹⁸).

De acuerdo con lo anterior, junto al desarrollo de infraestructuras de defensa, resulta fundamental la implementación de medidas relativas al ordenamiento territorial. Así, en los países más avanzados en el tema, los esfuerzos se orientan a impedir o a desincentivar las nuevas construcciones en zonas con alto de riesgo de inundación, y el desarrollo de la infraestructura busca reducir el número de las construcciones de las zonas calificadas de alto riesgo junto con otorgar una especial atención a la disminución de los riesgos de las instalaciones más sensibles desde la perspectiva de la comunidad (energía, agua, comunicaciones, transportes y servicios públicos básicos, tales como escuelas y hospitales).

En este contexto, se consideran los siguientes criterios para definir los riesgos que resultan aceptables:

- a) No es aceptable el riesgo para la vida de las personas derivados de crecidas de cauces naturales, aluviones o inundaciones urbanas.
- b) La probabilidad de inundación debido a la crecida de un cauce natural, de una zona habitada y con actividades comerciales o productivas, de acuerdo a los criterios aceptados internacionalmente, se asocia a un caudal con un período de retorno de 100 años, aproximadamente. Así, por ejemplo, en Estados

18 Flooding in England: A National Assessment of Flood Risk. Environment Agency 2009.

Unidos, los diseños aplicados tradicionalmente consideraron ese nivel de crecidas en las numerosas defensas fluviales desarrolladas por más de 50 años y, además, se estableció un sistema de seguro estatal que protege a las construcciones fuera de dicha zona. En el caso de Reino Unido, el período de retorno de 75 años define el nivel de la zona de riesgo significativo mientras que entre 75 y 200 años se define una zona de riesgo moderado. Por su parte, la Comunidad Europea estableció la obligación de preparar un mapa y un plan de manejo de riesgos de crecidas que considera como condición media el período de retorno de 100 años¹⁹. Cabe destacar que en la actualidad se tiende a una evaluación de los riesgos más flexible, para considerar las amenazas que pudieran presentarse con períodos de retorno mayores²⁰.

- c) En relación con sistemas locales y con impactos menores, como son en general los colectores primarios de aguas lluvia, puede ser aceptable disponer de una seguridad con un menor período de retorno, que va de 100 a 2 años.

Es importante señalar que estos criterios resultan compatibles con los criterios de diseño establecidos para este tipo obras en Chile por los organismos públicos. Así, las redes primarias para el drenaje de aguas lluvias urbanas se han diseñado para distintos períodos de retorno: cuando se trata de quebradas y cauces se acepta un período de retorno entre 25 y 100 años, cuando se trata de colectores y canales, entre 5 y 10 años, y, para la mayoría de la obras de menor magnitud se acepta un período de 2 años. Por su parte, los diseños de defensas fluviales en las zonas rurales habitualmente utilizan el criterio de la crecida de período de retorno de 100 años. Sin perjuicio de esta concordancia de los criterios de diseño en aplicación en el país y la práctica internacional, la dotación de infraestructura disponible para estos propósitos es ampliamente deficitaria, y no resulta factible suplir dichos déficits completamente al año 2025. Así, el escenario correspondiente a la visión al año 2025 considera:

- Disponer de una seguridad hídrica respecto de los riesgos de inundación que permita evitar la pérdida de vidas humanas en las localidades y caminos de todo el territorio nacional.
- Respecto de los riesgos asociados a daños materiales, se espera un avance importante en la disponibilidad de infraestructura de protección, diseñada según los criterios sobre riesgos aceptados.

19 Comunidad Europea. Directiva 2007/60/EC. On the assessment and management of flood risks.

20 Floodplain Management in Australia (2006) SCARM Report 73. CSIRO Publishing.



3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE DÉFICIT

DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA UN DESARROLLO SOCIAL Y PRODUCTIVO SOSTENIBLE.

Demanda actual y déficit

Para analizar la situación actual respecto de la relación oferta-demanda de recursos hídricos en el país y la seguridad hídrica de disponer de agua para el desarrollo social y productivo, es de interés tener presente los siguientes antecedentes:

- La magnitud de los caudales (Q) que quedan como remanentes en una cuenca después de atender los requerimientos existentes y que se vierten en el océano:
Se trata de un parámetro que ilustra acerca del límite máximo de los caudales que “quedan sin aprovechar”²¹. Para ese propósito, se entregan los caudales medios y mínimos de diversos ríos en su des-

TABLA 1.6
Caudales medios y mínimos en desembocadura de ríos chilenos (m³/s)

Región	Cuenca	Q medio entrada al valle	Q medio desembocadura*	Q mínimo medio diario
I	Lluta	2.3	1.4	0.09
I	San José	1.5	0.0	0.00
I	Pampa del Tamarugal	1.0	0.0	0.00
II	Loa	2.8	0.6	0.04
III	Copiapó	2.9	0.1	0.04
III	Huasco	3.5	1.7	0.30
IV	Elqui	8.1	1.0	0.15
IV	Limarí	15.1	7.5	0.00
IV	Choapa	13.2	12.8	0.00
IV	Aconcagua	38.0	30.0	0.00
RM	Maipo	116.0	100.0	1.00
VI	Rapel	130.0	174.0	1.00
VII	Maule	257.0	569.0	58.0
VIII	Biobío	639.0	1000.0	120.0

Fuente: Peña (1993).

(*): Los caudales no consideran el impacto de los embalses Santa Juana, Puclaro, Corrales y El Bato.

21 Se trata de un criterio que no considera la función ambiental de los caudales.

embocadura al mar, según los resultados del Balance Hídrico de Chile²². Como referencia, se incluye además el caudal aportante a los valles en dichas cuencas. Esa información muestra que los caudales vertidos al mar en las cuencas del Rapel al norte en años de extrema sequía son nulos o insignificantes y los excedentes importantes ocurren solo en unos pocos años muy húmedos. Por su parte, en los ríos principales ubicados desde el río Maule al sur, se observan caudales excedentes superiores a 50 m³/s, aún en condiciones de sequía extrema. Así, desde la cuenca del Rapel hacia el norte, no existirían excedentes de agua “seguros”²³.

- La razón entre la demanda de recursos hídricos abastecida y la escorrentía media a nivel de las cuencas:

TABLA 1.7
Relación entre la demanda de recursos hídricos y la escorrentía media

Macrozonas	Demanda (m ³ /s)	Escorrentía (m ³ /s)	Porcentaje ²⁴
XV-RM	233	264	88
VI-IX	373	3.726	10
X-XII	22	25.413	0
Total	628	29.403	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de DGA (2007) y DGA (2013)²⁵.

- Los resultados de los censos agropecuarios realizados en los últimos años, respecto de las superficies de riego:

22 DGA (1987). Balance Hídrico de Chile. Obs: Desde la fecha del Balance Hídrico de Chile, los caudales en desembocadura se han reducido aún más, como resultado de la construcción de embalses que almacenan los caudales de los años húmedos, y del incremento de las demandas.

23 Instituto de Ingenieros de Chile. (2011). Temas Prioritarios para una Política de Aguas. Junio, 2011. Santiago. Chile.

24 Cabe advertir que esta relación no considera el efecto del reuso de las aguas residuales o de los retornos del riego, de modo que su valor puede ser superior a 100%. Así, un escenario como ése no implica un “déficit” de disponibilidad de agua, como se indica erróneamente en diversas publicaciones.

25 DGA/ Ayala Cabrera y Asociados Ltda. Estimaciones de Demanda de Aguas y Proyecciones Futuras. Informe SIT N° 123. Dirección General de Aguas. MOP. Enero 2007.



TABLA 1.8
Superficies regadas según censos (hectáreas)

Región	Censo 1996/97	Censo 2006/07	Porcentaje
I	8.039	12.301	53
II	2.962	2.294	-23
III	14.264	19.354	36
IV	49.526	75.714	53
V	68.962	86.157	25
RM	145.357	136.757	-6
VI	208.651	210.693	1
VII	318.326	299.102	-6
VIII	180.808	166.574	-8
IX	50.893	49.772	-2
X	7.060	12.535	78
XI	3.485	2.717	-22
XII	1.792	19.844	-
Total	1.060.125	1.093.814	3

Fuente: INE, elaboración propia.

- Las superficies agrícolas que se atienden actualmente con seguridad de riego de probabilidad 85% y las que potencialmente pudieran regarse:
 Corresponde a información proveniente de numerosos estudios realizados por las instituciones públicas, los cuales consideran la disponibilidad de suelo y agua, mejoras técnicas y el desarrollo de la infraestructura.

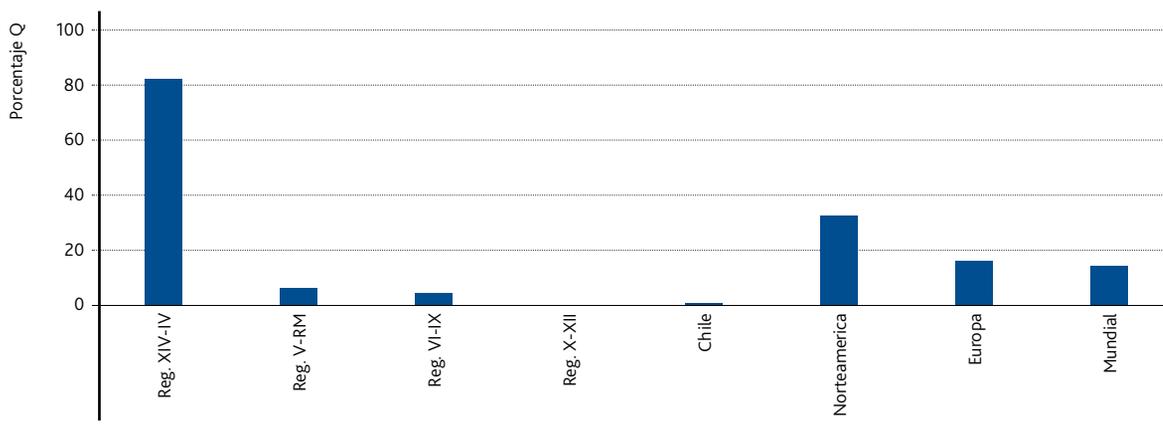
TABLA 1.9
Superficies agrícolas regadas, bajo canal y con seguridad de riego 85% (hectáreas)

Macrozonas	Superficie regada 2006/7	Superficie bajo canal	Superficie seguridad probabilidad 85%	
			Actual	Potencial
I-IV	110.000	145.000	80.000	127.000
V-RM	223.000	313.000	223.000	270.000
VI-IX	726.000	1.403.000	734.000	1.250.000
X-XII	35.000	27.000	27.000	72.000
	1.094.000	1.888.000	1.064.000	1.719.000

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de diversos informes DGA, DOH e INE.

- La capacidad de almacenamiento de las obras de regulación existentes a nivel de las cuencas, como porcentaje de la escorrentía media observada:

FIGURA 1.4
Capacidad de almacenamiento vs Escorrentía media (en porcentaje), en Chile y el mundo



Fuente: Elaboración propia según antecedentes ESCAPR (2011) y DGA (1987)²⁶.

De acuerdo a estos antecedentes relativos a la situación de aprovechamiento de los recursos hídricos, es posible distinguir entre tres zonas muy diferenciadas respecto de los niveles de escasez existentes y de la naturaleza de la limitación que introduce el recurso hídrico a su desarrollo. Ellas son:

Zona desde la Región Metropolitana hacia el Norte: el agua actúa como limitante físico a nuevos aprovechamientos. La situación actual de la gestión de los recursos de agua en esta zona se puede caracterizar con los siguientes elementos:

Se trata de una zona que ya utiliza, casi completamente, la totalidad de los recursos que se generan en forma natural en las cuencas, lo que se refleja en los escasos caudales que se vierten al océano. Lo anterior se asocia a los siguientes factores:

26 Economic and Social Commission for Asia and Pacific Region (2011). Enhancing Regional Cooperation in Infrastructure Development including that Related to Disaster Management/ DGA (1987). Balance Hídrico de Chile.



- Al sistema de aprovechamiento en cascada de los recursos hídricos, el cual permite reutilizar los retornos y percolaciones de las aguas aplicadas en exceso al regadío de las secciones de aguas arriba. El factor de reuso (FR) de las aguas en la IV Región muestra que en períodos de sequía las aguas son utilizadas en forma sucesiva entre 2 y 4 veces.

TABLA 1.10
Factores de Reuso (FR) en Cuencas de la IV Región

	Elqui	Limarí	Choapa
FR total año promedio	2,4	3,8	1,6
FR total en sequías	2,0	3,8	2,7

Fuente: "Estudio de la Eficiencia del Uso del agua. Caso Región de Coquimbo" (2006). Cazalac / Rhodos / Gobierno Regional.

- Aun cuando es una zona con una situación de escasez crónica desde el siglo XIX, la dinámica económica y el alto valor de la producción asociada al agua, ha inducido durante las últimas décadas un importante incremento de las demandas. El incremento de las superficies regadas entre los censos de los años 1996/7 y 2006/7 varía en las diferentes regiones aproximadamente entre 25% y 50% de hectáreas, con la sola excepción de la Región de Antofagasta y Metropolitana, donde la ampliación de las superficies urbanas revierte dicha tendencia.
- En la actualidad tiene un uso de las aguas subterráneas importante. Así, en los últimos 20 años se han desarrollado los sistemas de captación de prácticamente la totalidad de los 55 m³/s estimados como recursos potenciales de carácter renovable existentes de la RM al norte, de tal modo que actualmente 103 acuíferos se encuentran cerrados para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de carácter definitivo²⁷.
- Desde la Región de Coquimbo hacia el norte, la infraestructura de regulación se ha desarrollado casi al máximo de su potencialidad, con la construcción de embalses que almacenan en forma multianual los recursos disponibles. Como se aprecia en la figura N° 3.2, la capacidad de almacenamiento construida equivale a 82% de la esorrentía media, valor extremadamente alto si se lo compara con los niveles internacionales. Esta situación contrasta con la capacidad de almacenamiento disponible en las regiones V y RM, el cual representa solo 6% de la esorrentía, valor muy bajo si se lo compara con zonas desarrolladas.

27 Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos (2015): Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

Así, en las cuencas donde se ha desarrollado una capacidad de regulación próximo a sus límites técnicos máximos (IV Región al norte), en los niveles actuales de uso del recurso hídrico, solo puede realizarse un nuevo aprovechamiento sin afectar a otros usuarios, en la medida que exista una reducción equivalente de los consumos en otro punto de la cuenca o si se importan recursos provenientes de fuentes externas. Del mismo modo, el mejoramiento de la seguridad hídrica de los actuales aprovechamientos solo se puede alcanzar en la medida que haya consumos que se disminuyan, por ejemplo, reduciendo pérdidas por evaporación sin valor ambiental o utilizando cultivos o sistemas de riego más eficientes, que reduzcan en forma neta agua consumida. Como resultado de este tipo de iniciativas se ha estimado que se pudiera entregar una adecuada seguridad hídrica a unas 50.000 hectáreas adicionales.

En las cuencas donde la capacidad de regulación de los caudales aún no se ha desarrollado completamente (V Región y RM), además de las alternativas anteriores, se puede mejorar la seguridad hídrica desarrollando dicha capacidad de regulación. Se estima que los efectos de estas acciones pudieran dar una adecuada seguridad hídrica a 50.000 hectáreas adicionales.

En esta zona (Regiones XV a RM), las sequías pueden tener impactos relevantes en su actividad económica, situación que se ha puesto en evidencia en los últimos años. Al respecto se puede señalar que los antecedentes existentes para la sequía que culmina el año hidrológico 2014/15 indican:

- Tanto los estudios de simulación²⁸ como los informes preparados por las organizaciones de agricultores sobre la base de datos recogidos directamente en terreno²⁹, concuerdan en que en la IV región solo fue posible el riego de una superficie de aproximadamente 45.000 hectáreas. Este valor se compara con una superficie bajo cultivo de aproximadamente 100.000 hectáreas³⁰.
- Para la IV Región, la Sociedad Agrícola del Norte ha estimado que las hectáreas totales de frutales en la temporada 2013-2014 se redujeron por escasez de agua en 31.000 hectáreas, con una pérdida por la sequía estimada en 1.000 millones de dólares.
- En la V Región, principalmente en la Provincia de Petorca, el impacto de la actual sequía ha significado eliminar entre 6.000 y 7.000 hectáreas de paltos y 1.300 hectáreas de cítricos³¹, con pérdidas en la producción cercanas a 300 millones de dólares y en inversión en huertos de 200 millones de dólares.

28 Rodhos Asesorías y Proyectos (2014). Estudio de Modelos de Gestión de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos para las Cuencas de las Provincias de Elqui, Limarí y Choapa. Corporación Regional de Desarrollo Productivo Región de Coquimbo.

29 Informe 2014 Sociedad Agrícola del Norte (SAN).

30 La Sociedad Agrícola de Norte estima la superficie de cultivo en un valor mayor, igual a 121.000 hectáreas. Posiblemente dicha superficie incluye terrenos regados solo en forma muy eventual.

31 Estudio en preparación de Corfo.



De acuerdo a estos antecedentes, en la situación actual, esta zona presenta una seguridad hídrica insuficiente no solo para abastecer el área total de cultivo, sino que además no puede sostener la demanda actual de las áreas con una producción de mayor valor, lo que tiene un alto costo económico y social para el país.

Zona desde la Sexta a la Novena Región: las demandas actuales y futuras pueden atenderse sobre la base de un sistema de aprovechamiento más eficiente. El aprovechamiento del agua en esta zona se caracteriza por los siguientes elementos:

Se trata de una zona en la que, aun cuando en determinados tramos de la red de drenaje, ocasionalmente los recursos hídricos de la cuenca quedan completamente comprometidos con los distintos aprovechamientos (razón por la cual se trata de cuencas agotadas para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento permanentes y consuntivos), con frecuencia existen excedentes importantes y hay caudales que permanentemente escurren hasta el mar. Por otra parte, la demanda representa 10% de la escorrentía media, valor que en el caso de la macrozona que se extiende de la RM al norte llega a 88%, lo que refleja un uso sustancialmente menos intenso de los recursos de agua.

En períodos de sequía, la disponibilidad de recursos hídricos puede resultar insuficiente para atender las demandas, pero se trata de déficits localizados en algunos sectores y/o de una magnitud moderada, de modo que no se presentan problemas generalizados, sino más bien áreas específicas que históricamente presentan situaciones de escasez y disponen de un riego eventual, afectando sus posibilidades de desarrollo. Así, en los últimos 20 años desde la VI Región hasta la VIII, en solo una ocasión la DGA ha debido aplicar sus atribuciones de intervención en situaciones de sequía para distribuir las aguas, situación que además se presentó en un cauce menor.

Las aguas subterráneas de esta zona han tenido un desarrollo poco significativo y juegan un papel secundario en relación con aprovechamiento de las aguas superficiales, encontrándose, en general, subutilizadas. No obstante lo anterior, presentan una potencialidad relativamente importante.

La infraestructura de regulación ha tenido un desarrollo moderado, con una capacidad de regulación que equivale en promedio a 5% de la escorrentía, valor que es bajo en relación con la infraestructura habitual de los países desarrollados. Además, las principales obras (Laguna del Maule y Lago Laja), son de uso múltiple y la regulación con fines de abastecimiento se debe compartir con los requerimientos de la generación hidroeléctrica.

La disponibilidad absoluta de suelo apto para la agricultura de riego y de recursos hídricos hace factible el incremento sustantivo de las superficies regadas con una adecuada seguridad de abastecimiento, de modo que esta zona concentra la mayor potencialidad de desarrollo del riego, con un incremento de hasta 500.000 hectáreas. Sin perjuicio de lo anterior, los antecedentes de los censos agrícolas no muestran un crecimiento generalizado de las demandas desde la RM hacia el sur del país, posiblemente debido al crecimiento de las ciudades y de actividades no agrícolas en el mundo rural, así como la reconversión de áreas a la forestación, lo que no ha sido compensado por el interés de ampliar las superficies regadas.

En síntesis, se puede afirmar que en esas zonas, con una gestión e infraestructura adecuadas, el recurso hídrico existente debiera permitir el desarrollo sin restricciones de las actuales demandas, e inclusive el incremento significativo de las superficies regadas, dependiendo ello solo de la rentabilidad de las inversiones necesarias para ese objetivo.

Zona de la Décima Región hacia el Sur: no existen restricciones asociadas a la disponibilidad de recursos hídricos. Como se deduce de los antecedentes entregados, esta zona se caracteriza por una situación de abundancia de recursos hídricos junto a una mínima demanda de carácter consuntivo, ya que debido a su favorable pluviometría históricamente no ha sido atractivo desarrollar la agricultura de riego, siendo los principales usos el hidroeléctrico, la acuicultura y los aprovechamientos de carácter recreacional y ambiental que se realizan *instream*.

Sin perjuicio de lo anterior, en años recientes se observa una incipiente expansión de la agricultura de riego, motivada por las situaciones de sequía que se han presentado y las ventajas que tiene incorporar agua a los cultivos en forma complementaria a la pluviometría natural.

Descripción de brecha en el escenario futuro

Para los efectos del análisis, resulta suficiente referirse exclusivamente a la temática del riego, ya que, como se ha señalado el resto de los usos en general representan una fracción menor de la demanda. Por otra parte, hay que considerar que los usos mineros e industriales usualmente generan soluciones particulares y, los usos domésticos, crecen a tasas moderadas (del orden de 2%) y su valor absoluto no es significativo. Así, los objetivos de seguridad hídrica en el escenario del año 2025 pueden expresarse en términos de la extensión de las superficies que sería posible regar en un año de probabilidad de excedencia de 85%.

Para los efectos de definir la extensión de dicha superficie en el escenario del año 2025 es necesario efectuar los siguientes alcances:

- La ampliación de las superficies regadas constituye una oportunidad de desarrollo para el país y es un componente fundamental de su política agrícola, de modo que el objetivo final debe ser alcanzar la máxima expansión de las superficies regadas, siempre que tengan factibilidad técnica y económica.
- Los plazos de construcción de los grandes proyectos hidráulicos duran usualmente más de 5 años, y bastante más si se considera su puesta en marcha y completa operación, de modo que los mejoramientos en los niveles de seguridad hídrica solo se manifiestan plenamente en el mediano y largo plazo. Por su parte, los diversos aspectos relativos a cambios en la gestión y modernización de los sistemas son difíciles y presentan un avance lento. De acuerdo a lo anterior, el plazo de 10 años para considerar la potencialidad total de expansión del riego resulta breve. Por esta razón, la Visión 2025 debe representar un paso intermedio conducente al objetivo estratégico definido como la incorporación del total de las superficies susceptibles de ser regadas considerando su factibilidad técnica y económica.



- No resulta pertinente considerar directamente la temática relacionada al cambio climático debido a lo breve del período de análisis (10 años), sin perjuicio de que en el intertanto se realicen estudios e investigaciones. Ello debido al nivel de incertidumbre respecto de los impactos precisos que se pudieran presentar y de los tiempos en que se espera se manifiesten los principales impactos. Sin perjuicio de lo anterior, es conveniente destacar que cualquier mejoramiento del nivel de seguridad hídrico es una contribución a mitigar los efectos de un eventual cambio climático. Así, en la medida que se alcancen metas más exigentes respecto de la Seguridad Hídrica, de igual forma se estará avanzando en una mayor resiliencia respecto de los impactos de un cambio climático.
- La potencialidad máxima de ampliación del riego ha sido analizada en múltiples estudios parciales realizados por los organismos públicos, considerando la disponibilidad existente de agua y suelos además de la factibilidad técnica-económica. En el caso de las regiones VI a IX, en el presente informe las estimaciones de los estudios previos se han reducido en 10% de la superficie potencial, para evitar un deterioro adicional al existente en relación con el resguardo ambiental y para recuperar caudales para el reconocimiento de caudales ecológicos en los ríos.
- Desde la X Región al sur, la disponibilidad de agua en los cauces no constituye, en general, una restricción propiamente tal al desarrollo de las actividades productivas, sin perjuicio de que pudiera constituirse en un obstáculo debido a trabas de carácter administrativo o a la ausencia de infraestructuras adecuadas para su aprovechamiento. Por otra parte, se espera que la mayor parte del uso corresponda a iniciativas locales, de carácter privado y de tamaño menor. No obstante, ello no implica perjudicar la existencia de iniciativas con apoyo público de carácter social. En este contexto, para los propósitos de este informe, no se considerarán estas regiones en la definición de las metas y programas.

De acuerdo a estos antecedentes, para la Visión al año 2025, el escenario meta se ha definido en los siguientes términos:

- a) Regiones XV a IV: Se asegura el riego con una seguridad de probabilidad de 85% en una superficie equivalente a las áreas regadas según el censo de 2006/7 siempre que ello no signifique un deterioro adicional al existente en relación con el resguardo ambiental, entendiendo que se trata de una superficie que ha estado en riego frecuentemente en los últimos años y es necesario asegurar la sustentabilidad de la economía regional. Esto significa mejorar la seguridad de riego de unas 30.000 hectáreas respecto de la situación actual.
- b) Regiones V y RM: Se asegura el riego en 60% de las superficies que es necesario mejorar para alcanzar la expansión máxima. Esto significa mejorar la seguridad de riego respecto de la situación actual en unas 30.000 hectáreas.
- c) Regiones VI a IX: Se garantiza el riego con una seguridad de probabilidad de 85% de aproximadamente 40% de las superficies que es necesario mejorar para cubrir el máximo potencial.

d) Regiones X a XII: Como se ha señalado, estas regiones no se incluyen en este análisis.

Para las diversas macrozonas que se han definido en el presente informe, se incluyen los valores de las superficies de seguridad de riego de 85% que se asocian a la Visión 2025 y la potencialidad máxima estimada. Como se puede apreciar, la máxima expansión del riego seguro en el país se ha estimado que pudiera alcanzar a 1.5 millones de hectáreas, entre la I y IX regiones, lo que contrasta con la situación actual, en la que las diversas estimaciones la fijan entre 1 y 1,1 millones de hectáreas. Para la Visión 2025, dicha cifra se reduce a 1,24 millones de hectáreas, teniendo como objetivo prioritario la recuperación de las regiones del norte chico a los niveles productivos previos a la actual sequía, pero con una seguridad hídrica adecuada.

TABLA 1.11
Proyección de superficies de riego según Visión 2025

Macrozonas	Censo 2006/7 (ha)	Superficie regada c/seguridad probabilidad 85% (ha)				
		Actual	Incremento a 2015-25	Situación 2025	Incremento pendiente	Potencialidad máxima
XV-IV	110.000	80.000	30.000	110.000	20.000	130.000
V-RM	223.000	220.000	30.000	250.000	20.000	270.000
VI-IX	726.000	730.000	150.000	880.000	240.000	1.120.000
Total	1.059.000	1.030.000	210.000	1.240.000	280.000	1.520.000

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que estas metas, aunque exigentes, resultan realistas, si se considera que ellas suponen el mejoramiento aproximado de 20.000 há/año al año 2025, valor muy similar al propuesto por los ministerios del ramo en diversas instancias. Es de interés señalar que en las décadas anteriores al año 1970 se estiman valores de 10.000 há/año, y en períodos del siglo XIX se consideran cifras de 5.000 há/año, niveles de incremento que se obtiene en condiciones sustancialmente más precarias que las actuales³²⁻³³.

Como se ha señalado, la idea de utilizar indicadores en relación con los requerimientos de infraestructura hidráulica necesaria para el desarrollo productivo tiene poca aplicación. El único tipo de infraestructuras en las que se han propuesto indicadores para ilustrar acerca de su abundancia relativa o escasez entre diversos países se refiere a la capacidad de regulación de la escorrentía que disponen los países. El indicador que mide la razón entre la capacidad de almacenamiento disponible en embalses y el volumen anual de escurrimiento natural (V/Q) se consideró apropiado para dicho efecto.

32 H. Peña (2008). Antecedentes sobre el Impacto del Riego en la Agricultura entre los Años 1810 y 1910 (inédito).

33 Figueroa E., R Sáez y J. Schneider (1987). Consideraciones sobre el Regadío en Chile y Recomendaciones para Promover su Desarrollo. Instituto de Ingenieros de Chile.



En el caso de Chile, se estima que dicho indicador respecto de la capacidad de regulación, puede ser de interés, ya que informa acerca de la capacidad de la infraestructura de redistribuir la disponibilidad de agua de acuerdo a la variación estacional de las demandas, aspecto relevante en la atención de las exigencias agrícolas.

Para aplicar el indicador V/Q en el país, es necesario considerar la heterogeneidad climática existente, ya que el beneficio de la regulación depende de la relación oferta/demanda de cada cuenca. De acuerdo a este análisis, se utilizará como indicador el valor de la capacidad de almacenamiento como porcentaje de la escorrentía anual, el cual será aplicado a cada una de las macrozonas definidas, para el cumplimiento de las metas para la Visión 2025 y para alcanzar el potencial máximo de riego según las consideraciones hechas anteriormente. Los fundamentos para dichas propuestas son los siguientes:

- **Regiones I a IV:** En esta zona la magnitud actual del indicador es muy elevado (82%) y supera al del resto de las regiones del mundo, sin embargo, los proyectos identificados por los organismos públicos con una factibilidad reconocida permiten incrementarlo para llegar a niveles de la razón V/Q de 90% el año 2025 y 100% para el escenario con la expansión del riego al máximo³⁴.
- **Regiones V-RM:** La capacidad de regulación en esta zona es muy baja (V/Q= 6%). El valor de este indicador en cuencas asociadas a un elevado nivel de desarrollo y ciertas semejanzas con las de esta zona es considerablemente mayor (por ejemplo, la cuenca del Ebro en España presenta un valor del orden de 30%), y lo mismo se observa en promedio en regiones desarrolladas, como Europa (16%) y Norte América (33%). Así, para esta macrozona se estima razonable llegar a un valor del indicador de 10% el año 2025 y de 20% en el escenario de máximo incremento de las áreas regadas. En relación con estos objetivos, cabe señalar que son compatibles con los programas gubernamentales al año 2025, pero en la condición de expansión del riego al máximo plantean el desafío estratégico de incrementar la regulación en la cuenca del Maipo, tema no considerado en los programas actuales.
- **Regiones VI a IX:** La capacidad de regulación de la zona solo alcanza a 5%, valor que, como se ha visto, es bajo en comparación a situaciones similares. Considerando que en esta zona la presión sobre los recursos hídricos es menor al de la zona precedente, adicional al potencial de regulación no explotado que ofrecen los recursos de agua subterráneos, se considera que un valor del indicador V/Q de 9% en el escenario de máxima expansión, resulta adecuado. Para el año 2025 se propone un valor de 7%, valor aproximadamente similar al conjunto de embalses considerados en diferentes momentos en los planes de gobierno en esta zona.

34 La razón por la cual la razón V/Q puede alcanzar valores tan altos (inclusive superiores a 100%) radica en el carácter multianual de la regulación de los embalses.

TABLA 1.12
Valores del indicador V/Q (%)

Macrozonas	Actual	Visión 2025	Condición máxima
XV-IV	82	90	100
V-RM	6	10	20
VI-IX	5	7	9
X-XII	0	0	0
Total	1	1	1

Requerimientos de Infraestructura

El papel de las obras de infraestructura en el logro de la Visión 2025 se centra en dos tipos de obras: a) obras de regulación para acumular recursos de agua que en determinados períodos no son utilizados ni son indispensables desde la perspectiva ambiental, y, posteriormente, entregarlos en los períodos de escasez; y b) modernización de los sistemas de distribución de las aguas.

Cabe advertir que, como se ha indicado previamente, estas obras por sí solas no garantizan alcanzar las metas propuestas y deben entenderse que forman parte de un conjunto de políticas orientadas a mejorar la gestión del agua en el país. Además, la importancia de cada tipo de obras no es similar en las distintas macrozonas que se han distinguido en el país, tanto por la naturaleza de los problemas que presentan como por la dotación de infraestructura que cada una de ellas dispone.

Considerando que el presente análisis se refiere básicamente al mejoramiento de la seguridad hídrica para fines agrícolas, no resulta atractiva la alternativa de incorporar a la oferta fuentes externas a las cuencas, como es el caso de diversos proyectos de conducción de excedentes de agua del sur al norte del país, que han sido propuestos por varias empresas. Lo anterior, debido, entre otras razones, a que los costos de suministro, con valores del orden de US\$1 por m³ colocado al nivel del mar (valor que se debe incrementar varias veces para llevarlo al nivel de los valles), superan claramente las posibilidades de pago de la agricultura. Por otra parte, el abastecimiento de usos como el minero, para los que resulta una alternativa válida, corresponden a soluciones privadas que no son parte del informe.

Requerimientos de obras de regulación

De acuerdo a la visión al año 2025, los objetivos referentes a las necesidades de regulación se han expresado en función del indicador V/Q (%), los que deberían alcanzar los valores discutidos anteriormente (Tabla 1.12), y donde se entregan además, las superficies de seguridad 85% propuestas en la Visión 2025 y los incrementos de volumen de almacenamiento considerados para ese período.

Por otra parte, el MOP/DOH, entre numerosas opciones estudiadas a lo largo de los años, ha generado una cartera priorizada de 20 embalses, que se entrega en forma agregada por macrozona y en forma detallada, indicando datos tales como capacidad de almacenamiento y costos de inversión³⁵. En la macrozona que comprende las regiones X a XIII no se consideran embalses, razón por la cual no se incluye en el análisis.

TABLA 1.13
Objetivos y requerimientos de regulación propuestos en Visión 2025

Macrozonas	Superficie con seguridad de riego 85% (hectáreas)			Capacidad de regulación actual	Requerimientos de regulación			
	Actual	Incremento Superficie 2025	Total 2025		Visión 2025		Máximo potencial	
				Volumen (hm ³)	V/Q (%)	Incremento Volumen (hm ³)	V/Q (%)	Incremento Volumen (hm ³)
XV-IV	80.000	30.000	110.000	1.611	90	160	100	350
V-RM	220.000	30.000	250.000	374	10	260	20	900
VI-IX	730.000	150.000	880.000	5.339	6	1.710*	9	5.240**
Total	1.030.000	210.000	1.240.000	7.324	-	2.130	-	6.490

Fuente: Elaboración propia.

(*) y (**): Estos requerimientos se reducen posteriormente, según lo señalado en el texto, a 850 hm³ y 3.840 hm³ respectivamente, al descontar la regulación adicional que aporta la explotación del agua subterránea.

TABLA 1.14
Plan de Embalses Priorizados por DOH/MOP

Macrozonas	Número	Vol. (hm ³)	Sup. (há)	Millones de dólares
Total XV-IV	9	384	26.782	723
Total V-RM	6	437	45.666	915
Total VI-IX	5	911	65.204	1.058
Total	20	1.732	137.652	2.696

Fuente: DOH/MOP (2015).

35 MOP/DOH (2015). Plan de Infraestructura para Sequía. Presentación de Mayo 2015.

TABLA 1.15
Cartera de embalses priorizados por la DOH/MOP (2015)

Región	Cuenca	Embalse	Capacidad hm ³	Sup. equivalente beneficiada (ha)	Inversión miles UF
XV	Lluta	Chironta	17	1.232	2.708
XV	Camarones	Umirpa	18	550	629
I	Camiña	Camiña	35	264	1.120
I	San José	Livilcar (crecidas)	10	0	2.545
IV	Limarí	Rapel	14	1.973	1.093
IV	Limarí	Valle Hermoso	20	1.500	1.746
IV	Limarí	Murallas Viejas	50	2.485	2.370
IV	Limarí	La Tranca	50	3.778	3.223
IV	Choapa	Embalse Canelillo	170	15.000	4.648
Sub total XV-IV (9)			384	26.782	20.082
V	Aconcagua	Ampliación Los Aromos	30	1.500	1.174
V	Ligua	Los Ángeles	16	2.160	3.763
V	Petorca	Las Palmas	55	3.281	3.209
V	Aconcagua	Catemu	180	23.539	6.415
V	Aconcagua	Pocuro Alto	100	13.000	8.120
V	Ligua	La Chupalla	56	2.186	2.745
Sub total V-RM (6)			437	45.666	25.426
VI	Rapel	Bollenar	33	6.070	
VII	Mataquito	El Parrón	64	2.130	1.685
VIII	Itata	Zapallar	80	10.000	3.122
VIII	Itata	Punilla	625	20.800	12.799
IX	Cautín	Cautín	142	32.274	11.781
Sub Total VI-IX (5)			911	65.204	29.387
Total priorizados			1.732	137.652	74.895

Fuente: DOH/MOP (2015).

Esta información permite hacer los siguientes comentarios:

a) *Macro zona XV a IV regiones*

- La mayor necesidad de regulación de esta macrozona se presenta en las cuencas de las regiones XV y I, las que no disponen de embalses en la actualidad o tienen solo en algún afluente (caso de la Quebrada de Camarones). En la II y III regiones no se han priorizado nuevos requerimientos, ya que disponen de los embalses Conchi, Lautaro y Santa Juana. En la IV Región, la obra de mayor interés corresponde al



embalse Canelillo, en la cuenca del Choapa, que permitiría el mejoramiento de la seguridad de riego en una superficie de 15.000 hectáreas, zona que corresponde a 56% de la superficie beneficiada por los proyectos priorizados por la DOH/MOP en esta macro zona.

- La cartera de proyectos priorizados dispone de embalses con una capacidad de almacenamiento mayor que los propuestos en la Visión 2025. El menor valor de la meta propuesta en la Visión 2025 con respecto de la cartera MOP/DOH considera el hecho de que la factibilidad de algunas obras no es segura. En particular cabe destacar que de 9 embalses propuestos, 4 de ellos corresponden a la cuenca del Limarí, cuenca que ya dispone de un volumen de almacenamiento elevado. Así, es probable que un análisis cuidadoso de los beneficios de los embalses propuestos conduzca a una decisión de no incluirlos todos en un plan. Al respecto, informes existentes hacen una recomendación de ese tipo³⁶. Por otra parte, el embalse Canelillo, que representa cerca de 50% de la mayor capacidad de almacenamiento de la cartera, aún no dispone de estudio de factibilidad.
- Es necesario hacer presente que el incremento de regulación propuesto no permite, por sí solo, mejorar la seguridad hídrica en una superficie de 30.000 hectáreas como la que se espera cubrir al año 2025 (probablemente ella solo represente del orden de un tercio de dicho valor). Para lograr dicha meta es necesario la aplicación de mejoramientos en la eficiencia de riego, en los sistemas de distribución y en la gestión conjunta con los recursos superficiales y subterráneos.

b) *Macrozona V Región y RM*

- Este sector es el que presenta en la actualidad un déficit proporcionalmente más agudo en lo que respecta a la capacidad de regulación de recursos hídricos, de modo que en la Visión 2025 se propone incrementar en 70% la capacidad de regulación actual. Cabe destacar que dicho déficit en parte ha sido compensado con un aprovechamiento intensivo de las aguas subterráneas.
- Existe una cartera de proyectos de gran importancia que se desarrolla íntegramente en la V Región, en particular para apoyar la gestión del recurso hídrico en las cuencas de Petorca-Ligua y Aconcagua, las cuencas que han presentado una mayor vulnerabilidad a los episodios de sequía. El volumen de acumulación estudiado en dicha cartera es consistente con el incremento de regulación propuesto en la visión al año 2025.
- Se prevé que con posterioridad al año 2025 deberá darse atención a mejorar la capacidad de regulación existente en la cuenca del río Maipo, tanto por el aumento de demandas como por la incertidumbre que incorpora la temática del cambio climático, como se señala en el recuadro adjunto. Al respecto, en

36 Rodhos Asesorías y Proyectos (2014). Estudio de Modelos de Gestión de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos para las Cuencas de las Provincias de Elquí, Limarí y Choapa. Corporación Regional de Desarrollo Productivo Región de Coquimbo.

el pasado, en diferentes ocasiones se estudió la construcción de obras de regulación de gran tamaño, con volúmenes de acumulación del orden de los 500 millones de m³. Se estima que en el futuro alternativas de esas características deberán ser reestudiadas e incorporadas a las prioridades para mejorar la seguridad hídrica de la cuenca en el largo plazo.

c) *Macrozona VI a IX regiones*

- En esta macrozona, si bien en porcentaje los requerimientos de regulación previstos representan una fracción menor de la esorrentía, 6% en el caso de la Visión 2025, en volumen absoluto el incremento es muy considerable, ya que representa un volumen adicional de regulación de 1.700 millones de m³ al año 2025. Estas magnitudes resultan consistentes con la gran extensión de las superficies regadas en esta zona. Al respecto se debe hacer presente que estas regiones son las que pueden incrementar en forma más significativa la superficie agrícola regada con una alta seguridad de riego: 150.000 hectáreas al año 2025 y una potencialidad total de largo plazo de 390.000 hectáreas.
- La actual sub explotación del agua subterránea en esta zona representa una oportunidad, ya que permite reemplazar la demanda de almacenamiento en embalses por la extracción de agua desde los acuíferos. Para estimar el volumen anual de extracción que pudiera significar una explotación más intensa de los acuíferos, se puede tomar como referencia el caudal de extracción sustentable estimado por la DGA, con el propósito de constituir derechos de aprovechamiento sobre las aguas subterráneas. Los antecedentes disponibles³⁷⁻³⁸⁻³⁹⁻⁴⁰ permiten concluir que dicho volumen asciende, en los acuíferos más relevantes para el uso agrícola (valle central), a 1.400 millones de m³, aproximadamente. De este modo, considerando que dicho potencial se desarrollará completamente en un período de 10 a 20 años, se asume como hipótesis que el aporte del recurso subterráneo a la Visión 2025 será equivalente a 50% de la regulación requerida (de 1.700 millones de m³). Así, la capacidad de almacenamiento en embalses superficiales tendría un volumen adicional de aproximadamente unos 850 millones de m³ y otros 850 millones de m³ serían extraídos desde los acuíferos.
- De acuerdo a lo anterior, la cartera de proyectos priorizados en la actualidad (911 millones de m³) es consistente con la capacidad de almacenamiento requerida, básicamente debido a la contribución del embalse Punilla, que representa del orden de 70% de la capacidad adicional. Para el período posterior

37 DGA (2006). Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable de los Acuíferos de la VI Región. "Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca" Informe Técnico Departamento de Administración de Recursos Hídricos S.D.T. N° 229 Santiago, Julio de 2006.

38 DGA (2012). Estudio Hidrogeológico Cuenca del Río Mataquito. Aquaterra Ingenieros Limitada S.I.T. N° 296. Santiago, Diciembre 2012.

39 DGA (2014). Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos. Sectores Acuíferos Maule Medio. Informe Técnico 305. DARH. SDT N°362. Octubre 2014.

40 DGA (2014). Estimación Preliminar de las Recargas y Determinación de los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común en las Cuencas de las Regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. DARH. SDT 359. Julio 2014.



al año 2025 se prevé que, para incrementar la superficie con una adecuada seguridad hídrica, sería necesario desarrollar un número importante de nuevos proyectos, que actualmente no están en la cartera priorizada.

El monto de la inversión se ha estimado aceptando la hipótesis de que la inversión depende en forma lineal del volumen de almacenamiento y tiene un costo medio para cada macrozona similar al de la cartera de proyectos actual. Para determinar los requerimientos de inversión en los períodos parciales 2016-20 y 2021-25, se ha supuesto una inversión constante en el tiempo, ya que no existen razones de índole técnica para adoptar un criterio alternativo.

TABLA 1.16
Requerimientos de inversión en infraestructura de almacenamiento
Millones de dólares

Macrozonas	Capacidad de almacenamiento adicional al año 2025 (Hm ³)	Inversión	
		2016-20	2016-25
XV-IV	160	150	300
V-RM	260	275	550
VI-IX	850	495	990
Total	1.270	920	1.840

Fuente: Elaboración propia.

Estas inversiones corresponden enteramente a obras nuevas. Los gastos de reposición, dadas las características de los embalses como infraestructura, en general son menores y, de acuerdo a los criterios generales, debieran ser traspasados en el mediano plazo a los particulares, excepto por alguna decisión en contrario del Consejo de Ministros de la CNR, por declararlos de importancia estratégica.

Requerimientos de modernización de los sistemas de distribución

En Chile, el aprovechamiento de los recursos hídricos se ha caracterizado por presentar mejoras sustantivas en su eficiencia a nivel de los usuarios considerados individualmente. Ello se observa especialmente en el uso agrícola, principal sector consumidor, que a la fecha del censo 2006/7 había incorporado al riego tecnificado del orden de 30% de la superficie regada, valor que en la actualidad sería del orden de 40%. Sin embargo, la infraestructura de distribución extra predial se encuentra ostensiblemente estancada en su modernización y opera, en general, sobre la base de canales de tierra, con bocatomas precarias, fuertes pérdidas de conducción y escasa flexibilidad para atender las demandas. De este modo, se trata de una materia en la que el país muestra retraso respecto de los países desarrollados y, donde las iniciativas de los propios regantes y del

Gobierno, han sido de escasa magnitud y discontinuadas. Lo anterior se presenta aun cuando la evaluación de los planes orientados a la rehabilitación y modernización de canales desarrollados en la década del 90 fue ampliamente favorable y existen informes recientes que corroboran sus beneficios. En relación con esta materia es importante señalar:

- En definitiva se trata de una oportunidad para lograr una mayor seguridad hídrica, en especial en aquellas macrozonas, como la de las regiones XV a IV, donde la posibilidad de mejorar la seguridad incrementando la capacidad de regulación se encuentra limitada, ya que en la mayoría de las cuencas de esa macrozona se dispone de un volumen de regulación suficiente.
- En general, las áreas que presentan mayor interés para la inversión en la modernización de los sistemas de distribución son aquellas en las que existe una agricultura con cultivos de alta rentabilidad y una aplicación generalizada de riego tecnificado. En esas zonas, la modernización del sistema de distribución permitiría: complementar el riego tecnificado, optimizando las entregas para adecuarlas a las demandas efectivas de los cultivos y haciendo operativo un mercado de corto plazo; disminuir las pérdidas por evaporación desde los canales y la vegetación adyacente; y ahorrar energía, haciendo entregas en presión para el riego tecnificado. De acuerdo a lo anterior, un programa de modernización de los sistemas de distribución debiera priorizar las áreas ubicadas de Santiago al norte, donde existen más de 180.000 hectáreas de viñas y frutales, y de 150.000 hectáreas de riego tecnificado (2006/7).
- La CNR ha identificado proyectos de obras medianas (CNR, 2012), enfocados básicamente en el mejoramiento y modernización de los sistemas de distribución extra predial que beneficiarían aproximadamente unas 300.000 hectáreas, con un costo aproximado de 1.500 millones de dólares, valor equivalente a una inversión de US\$5.000/ha⁴¹.
- A su vez, en el estudio del Plan de Inversiones al año 2018, del Programa de Construcción y Rehabilitación de Obras Medianas de Riego -PROM (CNR, 2009), presenta un catastro de obras que mejoran el riego de 170.000 hectáreas, con un costo aproximado de 600 millones de dólares, lo que significa una inversión media de US\$3.600/ha⁴².
- Informes de los organismos públicos acerca de los costos de modernización de algunos canales en el país, han entregado valores de la inversión que van desde US\$3.000/ha (embalse Chacrillas)⁴³ a US\$8.000/ha⁴⁴ (concurso de la Ley de Fomento al Riego).

41 Acta Reunión Sesión Nº 153 Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego. Santiago, 7 de Abril de 2011.

42 CNR/Prociivil, ingeniería Ltda (2009). Programa de construcción y rehabilitación de obras medianas de riego - PROM: Catastro de obras de riego y Elaboración del plan de inversiones al año 2018.

43 Jorquera y Asoc./CNR (2010) Proyecto de distribución de agua de riego a presión en valle de Putaendo.

44 Valor medio en concurso de la Ley de Fomento al Riego para Organizaciones de Usuarios (2008).



- Estimaciones preliminares de la CNR de las áreas que pudieran necesitar un revestimiento de los canales primarios y secundarios, concluyendo que ellas representarían del orden de 60% de las superficies regadas, lo que equivale a unas 660.000 hectáreas, valor que correspondería al universo total de superficie que pudiera requerir modernización.

Considerando esta información, un programa de modernización masivo de la infraestructura de distribución pudiera tener como objetivo la atención de unas 250.000 hectáreas para los próximos 10 años, focalizada principalmente en la zona de Santiago al norte, mejorando la seguridad de riego de la zona que se ha mostrado más vulnerable a la sequía y complementando la inversión en construcción de embalses y tecnificación a nivel predial ya realizada o futura.

El monto de la inversión podría alcanzar a una US\$4.000/há, con un total de 1.000 millones de dólares para 10 años. En relación con estos valores existe el precedente de un programa equivalente llevado adelante por España entre los años 2005 y 2008, el que involucró aproximadamente una inversión de 2.600 millones de dólares para atender los requerimientos de modernización de unas 850.000 hectáreas, con una inversión por hectárea de aproximadamente US\$3.000⁴⁵.

Resumen de requerimientos de infraestructura para el abastecimiento de las demandas

De acuerdo a los análisis realizados los requerimientos al año 2025, se presentan las inversiones y sus impactos en la seguridad hídrica. Sobre estas inversiones es necesario hacer las siguientes precisiones:

- En la práctica, los mejoramientos en disponibilidad hídrica o en la gestión de las demandas, obtenidos con las nuevas infraestructuras, pueden hacerse efectivos incrementando la seguridad de suministro de áreas actualmente regadas con una menor seguridad, o transferirse a otras que son abastecidas en la actualidad en forma precaria. Ello depende de la dinámica de las actividades agrícolas y de los incentivos que existan para ampliar las áreas con cultivos permanentes de mayor rentabilidad. Al respecto, es importante destacar que no obstante el sostenido incremento de eficiencia que se observa desde hace décadas en la agricultura de riego por la introducción del riego tecnificado, ello no se ha traducido en un incremento de la superficie regada en todos los casos. En efecto, mientras de Santiago al norte las superficies regadas han aumentado, no sucede lo mismo hacia el sur de dicha ciudad. En este caso, se riegan las mismas superficies, pero con una seguridad mayor a la original, la que pudiera inclusive exceder los estándares considerados aceptables.
- La mayor seguridad hídrica esperada se debe a tres factores, los que tienen una importancia variable según la zona. Ellos son: la nueva infraestructura de regulación, la modernización de los sistemas de

45 OECD (2010). Sustainable Management of Water Resources in Agriculture.

distribución y a mejoramientos de gestión, estén estos últimos relacionados o no con los cambios de infraestructura. Así, de la IV Región al norte, los resultados dependen principalmente de los mejoramientos en la gestión y en la infraestructura de distribución, mientras que, en la V Región, la importancia de mejorar la regulación es mayor.

- De la región VI al sur, se observa una sub explotación de las aguas subterráneas. De ese modo, para alcanzar un nivel adecuado de regulación de los caudales, se consideró el aporte que significan los acuíferos como reservas de agua. Dicho aporte se estimó que equivalía a 50% de los requerimientos de volumen de regulación calculado, unos 850 hm³.

TABLA 1.17
Resumen requerimientos de inversión en infraestructura a los años 2020 y 2025
 Millones de dólares

Programa	Incremento de Capacidad de Regulación (*)	Mejoramiento de Sistemas de Distribución (**)	Total (***)
2016-2020	920	500	1.420
2021-2025	920	500	1.420
2016-2025	1.840	1.000	2.840

Fuente: Elaboración propia.

(*): Incrementa capacidad de regulación en 1.270 Hm³ (17% de la capacidad de regulación actual).

(**): Mejoramientos en una superficie de 250.000 hectáreas agrícolas.

(***): Incrementa superficies regadas con seguridad de riego de 85% en 210.000 hectáreas (20% de áreas actuales)

ACCESO DE LA POBLACIÓN A NIVELES ADECUADOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Demanda actual y déficits

Zonas urbanas⁴⁶

En la actualidad, el sector sanitario urbano está atendido por 53 empresas que cubren la demanda de 16 millones de habitantes a través de 326 sistemas.

De este total, las 27 empresas principales (a diciembre de 2014) atienden en conjunto a 99,5% de los clientes. En este grupo, existen dos empresas catalogadas como mayores, Aguas Andinas, con aproximadamente 36%

46 Los antecedentes que se entregan sobre la estructura y resultados del sector provienen del Informe de Gestión del Sector Sanitario 2011, preparado por la SISS (2014).



del total de los clientes del país y ESSBIO, con 15%; además, cinco son de tamaño mediano (ESVAL, Nuevosur, Aguas Araucanía, ESSAL y Aguas del Valle), cada una de las cuales atiende entre 4 y 15%.

67,5% de los sistemas se abastece exclusivamente de fuentes subterráneas, 18,1% se abastece exclusivamente con recursos superficiales y el restante 14,4% se abastece con recursos mixtos, es decir, fuentes superficiales y subterráneas. La capacidad de producción de agua potable a nivel nacional es de 90 m³/s, de los cuales 52% corresponde a fuentes de agua subterránea y 48% a fuentes superficiales.

En relación con la cobertura de los distintos tipo de servicios, se puede señalar que la cobertura urbana de agua potable a nivel nacional (2014) es de 99,9%, la de alcantarillado de 96,7% y la de tratamiento de aguas servidas, respecto de la población que cuenta con alcantarillado, de 99,9%. Estos indicadores de cobertura están al nivel de los países más desarrollados y marcan el fin de un período del sector orientado a completar las redes hasta alcanzar una cobertura universal.

El suministro total de agua para el sector sanitario alcanza a un caudal medio de 34,5 m³/s, siendo el consumo promedio por cliente de aproximadamente 19 metros cúbicos al mes, mientras que la dotación media por persona es de 138 litros de agua potable al día.

Los precios del servicio de agua potable y alcantarillado, en promedio, son del orden de US\$1,5/m³, lo que se compara favorablemente con los valores que se cobran en otros países, aunque varían en forma significativa de un servicio a otro dependiendo del costo de proveerlos. Con el propósito de asegurar la asequibilidad de abastecimiento a los sectores más vulnerables de la población, se entrega un subsidio que atiende a unas 700.000 familias, que representan 13,4% de los clientes y 5% del total de las ventas.

La seguridad hídrica y la calidad de los servicios es fiscalizada por la SISS, en especial en lo relativo a:

- Presión del servicio de agua potable
- Calidad del agua potable
- Continuidad del servicio de agua potable
- Continuidad del servicio de recolección de aguas servidas
- Calidad del tratamiento de aguas servidas
- Exactitud en el cobro
- Respuesta a reclamos de las empresas hacia sus clientes

En general, los indicadores utilizados por la SISS para medir estos atributos muestran que la calidad de los servicios es adecuada. Sin embargo, es importante destacar tres situaciones que han afectado o pudieran afectar la adecuada seguridad de abastecimiento. Ellos son:

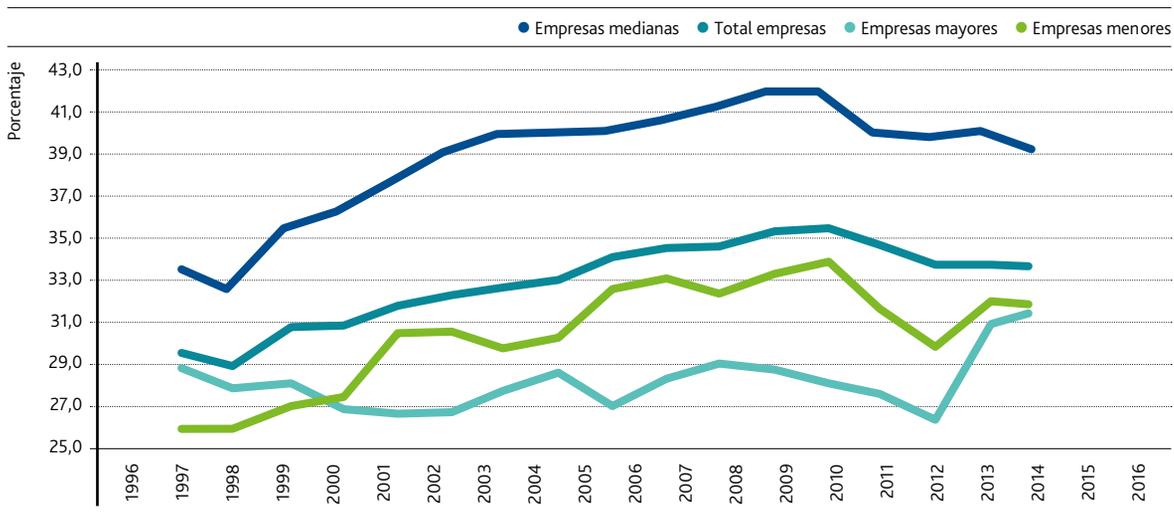
Impacto de la situación de sequía: De acuerdo a los antecedentes de la SII, la situación de sequía que ha observado principalmente la zona que va de Santiago a Copiapó, ha obligado a tomar medidas de emergencia

para garantizar la continuidad del suministro de agua en 23 sistemas de las regiones III a V, con una población de 1.755.000 personas. Para ello, el año 2014 se comprometieron recursos por 40 millones de dólares. Esta debilidad de los sistemas pone de manifiesto la existencia de un riesgo inaceptable que debe ser superado.

Pérdidas en las redes y reposición: El estado de las redes de conducción incide directamente en la continuidad de los servicios y en el aprovechamiento de los recursos hídricos captados. En Chile, se observa que las pérdidas en los sistemas de conducción son mayores que las registradas en sistemas de países desarrollados y en el estándar adoptado para la empresa modelo definida por la SISS (20%) en el proceso tarifario, alcanzando el agua no facturada a 33,7% de la producida (2014).

Según los antecedentes disponibles, se estima que 74% de ellas corresponderían a pérdidas físicas en los sistemas y el resto a aguas no facturadas por otros motivos. Asimismo, las fallas por roturas en la conducción presenta un valor de 19,5 fallas/100 km de conducción (2014), cifra que es algo superior a la de los países desarrollados, las que presentan valores en torno a 14 fallas/100 km⁴⁷. Lo anterior puede indicar un envejecimiento de las redes y la necesidad de un esfuerzo de reposición mayor al actual, el que solo alcanza, en el caso de la conducción de AP, a 0,4% de la red al año, en promedio.

FIGURA 1.5
Evolución de las pérdidas en las redes de agua potable



Fuente: SISS (2014). Informe de Gestión del Sector Sanitario.

47 European Benchmarking Co-operation (EBC) (2014) Learning from International Best Practices. 2014 Water & wastewater benchmark.



Vulnerabilidad frente a desastres naturales: Los últimos aluviones ocurridos en las regiones de Atacama y Antofagasta han dejado en evidencia la fragilidad de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento (APS) para responder a ese tipo de emergencias. De hecho han debido suspenderse en diversas localidades los servicios regulares por largo tiempo. Asimismo, los terremotos han significado frecuentemente graves inconvenientes para el servicio de APS a la población.

Zonas rurales

En la situación actual, en el país no se cumple el objetivo de dar una seguridad hídrica al conjunto de la población concentrada y semi concentrada, de acuerdo a los estándares de suministro de agua potable y saneamiento reconocidos como aceptables.

Respecto de la cobertura de abastecimiento de agua potable, de acuerdo a la información existente, en el país se encuentran 1.691 sistemas de agua potable rural⁴⁸, correspondientes a 100% de las localidades concentradas y a un porcentaje menor de las semi concentradas. De este modo, se atiende a una población de aproximadamente 2.100.000 habitantes (SISS, 2014), quedando pendiente una población rural semi concentrada estimada en unas 250.000 personas⁴⁹. La dotación considerada para el abastecimiento de la población es de 150 l/hab/día, valor similar a los consumos urbanos y sustancialmente mayor a los que se consideran como mínimos en la práctica internacional.

En este tema, además de la necesidad de mejorar la cobertura, se presentan los siguientes problemas en relación con los APR existentes:

- a) **Ampliación de sistemas:**
Existen numerosos casos de APR que han experimentado desde su construcción un incremento significativo de sus clientes, en especial aquellos que se localizan próximos a las ciudades y requieren acondicionamientos a sus actuales demandas. Al respecto, según el MOP/DOH (2009), tendrían necesidad de ampliación 239 servicios.
- b) **Seguridad hidrológica de los sistemas y vulnerabilidad frente a sequías:**
Las sequías registradas los últimos años en diversos puntos del país han dejado en evidencia una preocupante debilidad de los sistemas para operar en condiciones de escasez hídrica. Al respecto, los antecedentes disponibles muestran que el año 2014 unas 400.000 personas fueron abastecidas mediante camiones aljibe, en 13 de las 15 regiones del país, con un alto costo social y un costo económico de 4,5 millones de dólares/mes⁵⁰. Cabe señalar que estos déficits no corresponden propiamente a escasez de

48 Corresponde a las cifras de la SISS. No existe concordancia precisa con otras fuentes.

49 Antecedentes DOH/MOP.

50 Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos: Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

recursos hídricos –la demanda total se satisface con apenas 690 l/s, y, en general, se trata de abastecimientos mínimos, de pocos litros por segundo– sino a una inadecuada selección de las fuentes o una insuficiente infraestructura de captación (por ejemplo: pozos de aguas subterráneas de escasa profundidad). Confirma lo anterior que el MOP había evaluado en 659 el número de nuevas fuentes que era necesario desarrollar para disponer de un servicio seguro (2009).

En el caso del saneamiento rural, el déficit existente para contar con un servicio de acuerdo a los riesgos aceptables, es de gran magnitud. En efecto, las estimaciones señalan⁵¹:

- La cobertura del área rural que tiene tratamiento adecuado en el país no alcanza a 10% de la población, lo que genera los consiguientes impactos sanitarios y ambientales.
- La población rural con alcantarillado, pero sin tratamiento, y que descargan a cursos de aguas superficiales o lagunas, y las soluciones individuales (fosas sépticas, pozos negros), representan 60% de la población rural, es decir unas 1,33 millones de personas. Esto significa que quedan unas 700.000 personas (30%) que no cuentan con un servicio sanitario mínimo.
- De las 550 plantas de tratamiento existentes en las áreas rurales del país, se estima que 49% funcionan mal o simplemente no funcionan.

Descripción de brechas en el escenario futuro

Zonas urbanas

En una perspectiva estratégica al año 2025, resulta adecuada una visión que considere:

- a) La mantención en el mundo urbano de los niveles de cobertura en torno a 100% en lo relativo a suministro de agua potable, servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, junto con el cumplimiento de los estándares de calidad de los servicios. Lo anterior supone cubrir el aumento de las demandas asociadas al desarrollo del país.
- b) Elevar los niveles de seguridad hidrológica de las fuentes de agua en las áreas afectadas por las últimas sequías, de modo de asegurar un suministro sin restricciones en emergencias hidrológicas equivalentes a las que se han presentado en los últimos años o independizando el abastecimiento de los recursos hídricos continentales.

51 Guillermo Saavedra (2013). Plan Estratégico Sectorial de Saneamiento Rural en Chile. Septiembre 2013. Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo.



- c) Asegurar un nivel de pérdidas en las redes de agua potable compatible con los estándares de los países desarrollados y con los considerados en los procesos tarifarios para la “empresa modelo” (20%).
- d) Mejorar la resiliencia de los sistemas de APS frente situaciones de desastres naturales, en particular frente a situaciones de inundaciones súbitas (“flash floods”) y aluviones.

De estos cuatro componentes de la visión propuestos, resultan susceptibles de expresarse en forma de indicadores los señalados en a) y c). En el primero, el uso de la cobertura del servicio como indicador resulta suficiente, mientras que el segundo corresponde a una meta física y de gestión que se expresa como la razón entre el volumen de agua facturado y producido. Los temas recogidos en b) y d), constituyen metas técnicas que difícilmente pueden expresarse en términos de un indicador simple.

Zonas rurales

En el área rural la Visión 2025 supone alcanzar los siguientes objetivos estratégicos:

- a) En los servicios APR existentes, cubrir los déficits actuales de suministro de agua potable y los que se generen por el crecimiento de la población rural, cumpliendo estándares de calidad del servicio.
- b) Disponer de una cobertura de 100% de las localidades semi concentradas, creando nuevos APRs para una población estimada en 250.000 habitantes que actualmente no disponen del abastecimiento, cumpliendo estándares de calidad del servicio.
- c) Otorgar una elevada seguridad hídrica a los abastecimientos rurales que han mostrado su vulnerabilidad en los períodos de sequía, ya sea cambiando las fuentes de abastecimiento o los sistemas de captación. De este modo, se espera eliminar el uso de soluciones de emergencia por dicha causa, como el de abastecimiento con camiones aljibes.
- d) Otorgar un elevado nivel de seguridad a los sistemas de APRs respecto de los impactos de inundaciones repentinas (flash floods) y aluviones, propios de las zonas áridas.
- e) En relación con el saneamiento rural, considerando el grave retraso existente en el tema, se propone entregar una solución completa, incluyendo la captación (alcantarillado) y el tratamiento de aguas servidas, a 50% de la población rural susceptible de dicha solución. Cabe señalar que en estos servicios se estima que la solución por alcantarillado es apropiada en promedio en aproximadamente 75% de las conexiones. Para el resto de la población rural se propone utilizar soluciones individuales (fosa séptica).

En esta materia es posible utilizar como indicadores la cobertura de cada uno de los componentes del servicio: suministro, captación de aguas servidas y tratamiento, para los temas señalados en a), b) y e). En el caso del suministro, la cobertura debiera expresarse respecto del total de la población rural, en el caso de servicio de

alcantarillado, se debiera expresar en relación con la población susceptible de atenderse con dicho sistema y en el caso del tratamiento, respecto del total de las aguas servidas captadas por alcantarillados. Los objetivos señalados en c) y d) no se prestan para establecer un indicador simple de carácter cuantitativo.

Requerimientos de Infraestructura

Como se ha señalado, en el caso de Chile, la provisión de servicios de agua potable y saneamiento se entrega a través de dos sistemas distintos: en sectores urbanos por empresas sanitarias bajo la supervisión de la SISS, y, en sectores rurales, por Comités de Agua Potable Rural (APR) que realizan una gestión comunitaria de infraestructura proporcionada directamente por el Estado. A continuación se analizan separadamente los requerimientos de infraestructura en las zonas urbanas y rurales.

*Zonas urbanas*⁵²

A medida que los países se desarrollan y alcanzan la meta de una cobertura universal en materia de agua potable y saneamiento, la inversión de este sector en infraestructuras disminuye como porcentaje del producto interno bruto y se concentra en las labores de reposición y, eventualmente, en iniciativas de acondicionamiento a normativas más exigentes.

Al respecto, estudios realizados por la OECD⁵³ sobre los gastos en inversión y operacionales de los distintos países en provisión de agua potable y saneamiento, indican los siguientes rangos, expresados como un porcentaje del PIB:

- Países de alto ingreso: 0,35 a 1,2% del PIB
- Países de ingresos medios: 0,54 a 2,6% del PIB
- Países de bajos ingresos: 0,7 a 6,30% del PIB

Respecto del acondicionamiento a nuevas normativas, es importante recordar que en países como Estados Unidos se ha estimado que ellas representan montos significativos de la inversión, alcanzando a 16% de la misma⁵⁴.

En las zonas urbanas de Chile, los gastos en inversión y operación representan del orden de 0,9% del PIB (2014), valor que está en el rango intermedio de lo observado en países de ingresos altos y de ingresos medios, habiéndose alcanzado coberturas cercanas a 100% en las zonas urbanas en cada uno de los servicios (agua

52 Los antecedentes que se entregan sobre la estructura y resultados del sector provienen de los Informes de Gestión del Sector Sanitario 2011, 2012, 2013 y 2014, preparados por la SISS.

53 OECD (2006). Infrastructure to 2030. Telecom, Land Transport, Water and Electricity.

54 EPA US Drinking Water Infrastructure Needs Survey and Assessment. Fourth Report to Congress Office of Water EPA 816-R-09-001. February 2009.



potable, alcantarillados, tratamiento de aguas servidas). Los gastos en inversión corresponden principalmente a reposiciones y al crecimiento vegetativo de la población.

En relación con cambios de estándares, que pudieran generar nuevos requerimientos de infraestructura, en la actualidad no existen modificaciones normativas aprobadas por las autoridades competentes, de modo que no se ha considerado dicha posibilidad para evaluar las necesidades. Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que la modificación de las normas de emisión de vertidos a los cauces naturales y al medio marino está en trámite desde el año 2005, y que las normas secundarias de calidad de las aguas en los cuerpos naturales, actualmente pendientes, pudieran requerir para su cumplimiento el establecimiento de sistemas de tratamiento terciarios.

Los requerimientos de inversión en infraestructura asociados al cumplimiento de los estándares de calidad de los servicios en las zonas urbanas están contenidos en los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias. No obstante lo anterior, se trata de planes que se alejan sistemáticamente de la realidad y sub evalúan las inversiones efectivas. Al respecto, es necesario destacar que, de acuerdo a la legislación, el rol de la SISS no se orienta al control de las inversiones de las empresas, sino a resguardar la calidad final del servicio que se entrega a los usuarios. Así, las inversiones incorporadas al plan consideran solo las obras principales y las reposiciones cuya necesidad había sido detectada en el período previo y comprometidas por la empresa.

De la diferencia entre lo proyectado y lo realizado en los últimos años se puede observar que se ha realizado mayores inversiones que lo programado por aproximadamente 45%. Además, en dicha tabla se aprecia que la inversión en la red de agua potable representa en promedio del orden de 54%, mientras que las de alcantarillado y el tratamiento de aguas servidas 24% y 16% (además existen otras inversiones no especificadas que completan 100% total).

TABLA 1.18
Comparación entre inversiones de las empresas sanitarias realizadas y proyectadas
 Millones de dólares

Inversiones realizadas					Inversiones proyectadas
Año	AP	Alcantarillado	Tratamiento	Total (**)	
2014 (*)	178	91	84	353	242
2013	273	49	67	443	274
2012	188	136	38	378	294
Promedio	213	92	63	391	270
Porcentaje	54	24	16	100	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Informes de Gestión del Sector Sanitario de la SISS.

(*): La SISS incorporó cambios metodológicos en el Informe de Gestión del Sector Sanitario 2014, para incluir información de las inversiones efectivas, por lo que no son necesariamente comparables con las inversiones informadas en años anteriores.

(**): Incluye otras inversiones, además de AP, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.

De acuerdo a estos antecedentes y considerando que, en general, se trata de inversiones de reposición, se estima que resulta más representativo de las inversiones futuras el valor medio de las inversiones efectivamente realizadas, y no el valor proyectado en los Planes de Inversión de las empresas.

Por otra parte, como se ha indicado, las inversiones que se desarrollan en la actualidad no darían cuenta de los problemas que se observan y de las metas propuestas en la Visión 2025, en especial en lo relativo a la seguridad hídrica para el abastecimiento de las localidades afectadas por la reciente sequía y a las pérdidas de los sistemas de distribución.

Para atender dichos requerimientos se estima necesario:

- a) Mejorar la seguridad hídrica de abastecimiento de agua potable a ciudades de las regiones XV a IV que han presentado problemas de disponibilidad.
- Para este objetivo, se ha previsto la incorporación de recursos hídricos adicionales mediante plantas desalinizadoras. Al respecto, el MOP/DOH⁵⁵ ha estimado el valor de las plantas desalinizadoras que han sido priorizadas con ese fin, las que representan una inversión total de 291 millones de dólares. También se presentan las plantas propuestas, con su capacidad y montos de inversión. Al listado debiera agregarse una planta que permita complementar el suministro de agua potable en la conurbación La Serena-Coquimbo, la que podría tener un costo de inversión del orden de 30 millones de dólares, con lo que se obtiene un requerimiento total de aproximadamente 320 millones de dólares. De acuerdo con lo anterior, en el marco de la Visión 2025 debiera considerarse, para atender estos requerimientos, una inversión anual media de 32 millones de dólares.

TABLA 1.19
Plantas desalinizadoras consideradas por MOP/DOH

Localización	Caudal (l/s)	Inversión (Millones de dólares)
Arica	200	30
Tocopilla	100	26
Copiapó	450	90
Limarí	90	43
Choapa	66	22
Petorca/ La Ligua	115	80
Total	1.021	291

Fuente: MOP/DOH (2015).



- b) Considerar un incremento de la inversión en reposición de las redes.
Se consideraron los porcentajes de reposición en la redes de agua potable y aguas servidas de acuerdo a la información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2015), los que alcanzarían solo a 0,4% y 0,16% respectivamente.

TABLA 1.20
Porcentaje de Reposición de Redes. Año 2014

Red Agua Potable			Red Aguas Servidas		
Longitud total	Repuesta 2014	Porcentaje	Longitud total	Repuesta 2014	Porcentaje
40.136 km	160 km	0,40	32.359 km	51 km	0,16

Fuente: Informe de Gestión del Sector Sanitario SISS (2015).

Al respecto, un primer objetivo pudiera ser duplicar la inversión en la reposición de la red de agua potable, de modo de acercarse como mínimo a un tasa de 1%, sin perjuicio de que estudios detallados permitieran hacer en el futuro un análisis más realista de las necesidades, que aseguren la mantención de la red en el largo plazo con los estándares previstos. En la actualidad, no se dispone de estudios sobre los montos de la inversión en reposición, de modo que se ha asumido en forma preliminar que del orden de 50% de la inversión actual en redes de agua potable corresponde a reposiciones. Con esta hipótesis y, considerando los requerimientos en desalinización, la inversión histórica debiera incrementarse en un valor anual del orden de 150 millones de dólares.

De acuerdo a estos antecedentes, las inversiones en APS urbano debieran incrementarse para pasar de 391 millones de dólares a montos anuales de 550 millones de dólares, con inversiones quinquenales de 2.750 millones de dólares, según el detalle que se entrega.

TABLA 1.21
Necesidades Quinquenales de Inversión en el Sector Sanitario urbano (Millones de dólares)

Periodos	AP	Alcantarillado	Tratamiento A.S	Total
2016-2020	1.975	460	315	2.750
2016-2025	3.950	920	630	5.500

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que este nivel de inversión es superior en 40% al nivel de inversiones actual, sin embargo, es relativamente similar al del inicio de los años 2000.

Zonas rurales

De acuerdo a los objetivos propuestos en la Visión 2025, las inversiones que debieran realizarse para darles cumplimiento serían las siguientes:

- a) **Mantenimiento, reposición, ampliación y mejoramiento de sistemas existentes**
No existe un catastro actualizado y completo del conjunto de necesidades en esta materia. Además, se trata de un tema en el que existen debilidades que quedan en evidencia por eventos naturales extremos y deben ser atendidas con urgencia, como es el caso de las situaciones que se han presentado debido a la acción sísmica, a los períodos de sequía y a las inundaciones y aluviones. Así, frente a estas situaciones, una proporción de las asignaciones presupuestarias se destinan a atender emergencias. En este contexto, los recursos destinados los últimos años a las labores que no corresponden a nuevos APR, sino a dichos trabajos de mantenimiento y mejoramiento, son del orden de 50 millones de dólares, valor que se considerará representativo de los requerimientos de este tipo, ante la ausencia de mejores antecedentes.

- b) **Abastecimiento de agua potable a sistemas semi concentrados**
La información disponible establece la existencia de una población de aproximadamente 250.000 habitantes, en unas 450-500 localidades, con población semi concentrada, que no tienen servicio de APR. El objetivo al año 2025 es entregar el servicio de APR al total de dicha población. En la actualidad la DOH programa la construcción anual de unos 30 nuevos APRs.
Respecto de los costos relacionados con la implementación de los APR es necesario destacar que ellos son muy variables de una localidad a otra, ya que dependen de múltiples características locales de las fuentes y de la población. Considerando los costos medios de los servicios desarrollados en los años recientes, se concluye que la inversión total requerida para alcanzar la meta propuesta es de aproximadamente 500 millones de dólares.

- c) **Recolección y tratamiento de aguas servidas**
La meta propuesta en este tema supone ampliar la cobertura a 50% de la población rural susceptible de ser atendida con un sistema de recolección de aguas servidas y tratamiento. Dicha población, a su vez, se estima en 75% de la población rural. Por otra parte, la cobertura de la población actualmente atendida se estima en 10% de la población rural. En este marco, se estima que la nueva población que debiera ser incorporada a una solución alcanza aproximadamente a unas 700.000 personas.
Las alternativas tecnológicas relativas al tratamiento de las aguas servidas son variadas (lodos activados, lagunas de estabilización, lombrifiltros) y varían en un amplio rango de costos. Además, resulta importante la selección de soluciones que sean económicas, sencillas de mantener y que estén de acuerdo a las capacidades de gestión de los Comité de APR⁵⁶. En este marco, asumiendo un valor de US\$1.500/habitante, se estima que un programa de saneamiento con el objetivo señalado, tendría un

56 Guillermo Saavedra (2013). Plan Estratégico Sectorial de Saneamiento Rural en Chile. Septiembre 2013. Preparado para el BID.



costo total de 1.050 millones de dólares. En todo caso, es necesario recordar las prevenciones respecto de la necesidad de superar la anarquía institucional existente en el sector en esta materia, asignando competencias a la DOH/MOP.

De acuerdo al análisis anterior, se resume el total de las inversiones en un valor anual de 205 millones de dólares y un total para el período de 2.050 millones de dólares. De este monto, 51% corresponde a la inversión en saneamiento rural. Se debe destacar que este presupuesto solo considera una solución para el saneamiento de 50% de la población susceptible de soluciones centralizadas.

La inversión anual propuesta se puede comparar con las inversiones que realiza el Estado a través de la DOH/MOP, las cuales usualmente son del orden de 100 millones de dólares, más los aportes que realizan otras instancias del Estado, como son los fondos regionales, los que permiten llegar a cifras del orden de los 150 millones de dólares. Así, las inversiones propuestas suponen un incremento de 37% de la inversión total del Estado en el sector.

TABLA 1.22
Necesidades Quinquenales de Inversión en el Sector Sanitario Rural
Millones de dólares

Períodos	Ampliaciones, mejoramientos y otros	Localidades semi concentradas	Tratamiento A.S	Total
2016-2020	250	250	525	1.025
2016-2025	500	500	1.050	2.050

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se resumen los requerimientos estimados tanto para atender las zonas urbanas como rurales, los que suman al año 2025 en total 7.550 millones de dólares.

TABLA 1.23
Necesidades Quinquenales de Inversión en el Sector Sanitario
Millones de dólares

Períodos	Zonas Urbanas	Zonas Rurales	Total
2016-2020	2.750	1.025	3.775
2016-2025	5.500	2.050	7.550

Fuente: Elaboración propia.

PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES Y ALUVIONES

Demanda actual y déficit

Históricamente, los desastres naturales relacionados con crecidas fluviales y aluviones han sido de gran impacto en el país. Al respecto, la información estadística disponible indica que de los 10 mayores desastres naturales ocurridos en Chile entre 1983-2012, ordenados por número de víctimas fatales, 8 corresponden a ese tipo de eventos, con un total de 581 víctimas en los 30 años⁵⁷.

No obstante lo anterior, el control de las crecidas de los ríos y el drenaje de las aguas lluvias urbanas, en general, han tenido una escasa atención por parte del Estado e, inclusive, durante largos períodos, se desarrollaron en un contexto de indefinición institucional. En efecto, a principios de los años '60 se dejó de exigir la construcción de sistemas de drenaje de aguas lluvias en las urbanizaciones y las obras de defensa fluvial se orientaron exclusivamente a la protección de los caminos y puentes. Esta situación se superó con la Ley N° 19.525 de 1997 que creó la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y definió la institucionalidad relativa a los sistemas de drenaje de aguas lluvias urbanas y a las defensas fluviales en las zonas rurales.

En las áreas urbanas, en cumplimiento de esta legislación, la DOH ha elaborado Planes Maestro de Aguas Lluvia, que definen la red primaria de drenaje urbano, de modo que en la actualidad se cuenta con 33 planes maestros, que cubren 81% de la población urbana que residen en las principales ciudades del país.

Esos planes maestros constituyen la mejor referencia para evaluar tanto los requerimientos de ese tipo de obras como de los avances alcanzados. Al respecto, se puede señalar que las inversiones totales identificadas en los planes maestros alcanzan a 4.000 millones de dólares. De ese total, al año 2014 se han materializado una inversión de 900 millones de dólares, de modo que existe una vulnerabilidad considerada inaceptable correspondiente al déficit de 78% de la infraestructura requerida (en términos monetarios).

En relación con la protección contra inundaciones fluviales, la situación en el país se caracteriza por la ausencia de un diagnóstico general que permita disponer de una visión completa de la situación actual, sin perjuicio de que se han realizado estudios de diagnóstico en 19 ríos y esteros y se identifican numerosos lugares con inundaciones frecuentes y daños a la actividad normal de la población. Así, los avances se realizan, en general, como respuesta a demandas de protección de las poblaciones locales en casos específicos.

Por otra parte, los graves aluviones que se presentaron en Antofagasta el año 1991 y en la Quebrada de Macul, Santiago, el año 1993, que significaron 110 y 35 víctimas respectivamente, entre muertos y desaparecidos⁵⁸,

57 Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (DG Echo)/ Onemi/ PNUD/ Unesco y Cruz Roja Chilena. "Análisis de riesgos de desastres en Chile 2012" Proyectos Dípecho.

58 Sernageomin (2015) Registro de los principales desastres de origen geológico en Chile y efectos sobre la población y bienes públicos y privados entre 1980 y 2015.



Llevaron a la DOH a asumir una actitud proactiva sobre este tipo de riesgos. De acuerdo a lo anterior, la DOH ha preparado planes y construido obras de control aluvional en 12 comunas del país. Un resultado positivo de lo anterior se refleja en los impactos de los aluviones de marzo de 2015 en Antofagasta, donde el número de víctimas y daños se redujo considerablemente en comparación con la experiencia del año 1991.

No obstante estos avances, el nivel de seguridad frente a los aluviones y a las crecidas repentinas de cauces en zonas áridas aún es insuficiente y los últimos eventos de crecida ocurridos entre el 24 y 26 de marzo de 2015 en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, han dejado en evidencia la alta vulnerabilidad de dichas zonas a los eventos hidrológicos extremos. En efecto, como resultado de esos aluviones, perdieron la vida 28 personas y 59 resultaron desaparecidas. Además, la infraestructura vial, sanitaria y de electricidad sufrió severos daños, requiriéndose para su completa recuperación un período que en ciertos casos alcanza a varios años. Los desbordes de los ríos Salado y Copiapó afectaron las localidades de Chañaral, Diego de Almagro, Copiapó y Tierra Amarilla, entre otras, produciéndose grandes pérdidas en las viviendas. De acuerdo a las estimaciones de Gobierno, el costo de la reconstrucción alcanza aproximadamente 1.500 millones de dólares.

Lo anterior, muestra que la vulnerabilidad del país en relación con los desastres asociados a estos eventos hidrológicos, solo presenta mejoras locales y que los daños asociados tienden a incrementarse como resultado del mayor nivel de vida de la población y del crecimiento económico.

La baja prioridad que tradicionalmente se ha dado en el país al control de este tipo de riesgos hidrológicos se relaciona con el alto costo de las obras de protección, el hecho de que sus beneficios se manifiestan en forma ocasional y las dificultades que existen para determinar adecuadamente los beneficios asociados. De este modo, con frecuencia, la inversión en este tema no resulta aceptable desde el punto de vista de los indicadores económicos utilizados para la inversión pública en el país.

Al respecto, para determinar los beneficios de los proyectos, una de las metodologías más aplicadas es la consistente en la valoración del daño evitado, criterio económico que puede desincentivar la inversión en la protección de zonas de viviendas y zonas rurales con las viviendas más modestas, o de carácter social, ubicadas generalmente en zonas que concentran los mayores problemas de drenaje. Además, existen impactos sinérgicos sobre el funcionamiento económico que resultan claramente sub evaluados, y que pueden ser de gran relevancia, como se puede observar claramente en los trastornos económicos generalizados que generaron los aluviones de marzo del 2015 en las regiones involucradas e inclusive a nivel del país.

Estas insuficiencias pudieran explicar los resultados del análisis de 20 consultorías de proyectos de Aguas Lluvias, equivalente a 32 evaluaciones económicas realizadas según las metodologías vigentes, preparado en el Departamento de Proyectos de Aguas Lluvias de la Dirección de Obras Hidráulicas, que reveló que 44% de ellas no serían rentables. Por estas razones se ha propuesto reestudiar las metodologías en uso, para incorporar otros aspectos, tales como el impacto que produce las crecidas por la interrupción de actividades económicas, y, además, establecer un estándar mínimo de servicio de drenaje público al que debieran acceder todos los

habitantes del país sin distinción⁵⁹. De hecho, en últimas evaluaciones se han incorporado correcciones orientadas a evitar la distorsión que introduce la menor valoración de los daños de los sectores modestos.

Descripción de brechas en el escenario futuro

Consistentemente con el desarrollo social y económico previsto para el país, en el marco de una visión estratégica de largo plazo, el objetivo de seguridad hídrica debe considerar el cumplimiento de los niveles de riesgo señalados como aceptables. En especial se trata de:

- a) Dar a los sectores habitados y con actividad humana habitual, una seguridad tal que evite la pérdida de vidas debido a inundaciones y aluviones. De acuerdo a la experiencia de los aluviones de marzo de 2015 en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, para alcanzar dicho objetivo, se hace necesario la revisión de los criterios de zonificación y de diseño de obras de protección actuales, dando importancia a la sensibilización de los estudios de ingeniería frente al rango completo de incertidumbres técnicas existentes.
- b) Alcanzar un nivel de seguridad hídrica equivalente al período de retorno de los eventos hidrológicos de 100 años en los cauces naturales y en obras de drenaje mayor, cuando la superación de su capacidad de drenaje compromete instalaciones de utilidad pública tales como hospitales y escuelas, o impide el desarrollo prolongado de la actividad económica.
- c) Asegurar la mantención libre de inundación, para toda la población, las viviendas, bienes e infraestructura por lo menos para un período de retorno de 2 años.

Además, la implementación de dicha visión estratégica debe considerar respecto de los objetivos a) y b), los siguientes procesos:

- Los efectos del cambio climático global, atendiendo en especial aquellos eventos que son particularmente sensibles a dicho cambio, como es la magnitud de las crecidas generadas en las cuencas pluvio-nivales y nivales que afectan las obras y actividades establecidas en las riberas de importantes cauces (como, por ejemplo, el río Mapocho).
- El impacto de cambios en el uso del suelo y el manejo del territorio, que puede afectar el comportamiento de sistemas de drenaje que en el pasado operaron en forma adecuada, pero pudieran dejar de serlo en el futuro. Por ejemplo, ese es el caso de colectores de uso mixto, de aguas lluvias y aguas

59 Estellé L., J. Gironás y B. Fernández (2012). Fundamentos del Drenaje Urbano e Inundaciones. Jornadas de Hidráulica Francisco Javier Domínguez. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica.



servidas, que han incrementado la impermeabilización de la cuenta aportante y/o que en la actualidad deben atender a un mayor número de usuarios por una mayor densidad poblacional, limitando la capacidad remanente para atender las aguas lluvias.

Este objetivo estratégico no resulta alcanzable completamente en el período de 10 años, considerando el punto de partida y las posibilidades del país, aunque sí aparece como realista abordarlo en un período de 20 años. De acuerdo a lo anterior, la Visión 2025 se ha definido de la siguiente forma:

- a) La meta estratégica a), consistente en evitar la pérdida de vidas humanas, debiera ser prioritaria en los planes de Gobierno de modo que su cumplimiento tendría que alcanzar 100%.
- b) Respecto de las metas b) y c) se propone un cumplimiento de acuerdo a 50% de los requerimientos de inversión total estimada.
- c) Adicionalmente, se espera que al año 2025 esté en operación un sistema de gestión que considere la revisión periódica de la seguridad de las obras de infraestructura que pudieran experimentar fallas debido al cambio en las condiciones climáticas o en el comportamiento de las cuencas y pudieran causar pérdida de vidas o daños mayores.

Los indicadores más apropiados para medir los avances efectivos en este tema se refieren a la reducción de la población o superficie vulnerables para un cierto nivel de riesgo. Lamentablemente, la implementación de indicadores de esas características necesita disponer de información acerca del universo total de las áreas o de la población en riesgo y del impacto que tiene en dichas variables los nuevos proyectos, información que no está disponible. Debido a esta limitación, los indicadores en el tema deben referirse a los requerimientos de inversión identificados en los estudios. En el caso del drenaje urbano los planes maestros existentes constituyen una excelente referencia, considerando que ellos cubren la gran mayoría de los centros urbanos. Ese no es el caso de las demandas por defensas ribereñas en los ríos del país, donde los estudios realizados se limitan a algunas cuencas. Así, los indicadores se expresan como:

$$I = (Inversión realizada / Inversión identificada para una seguridad aceptable) \times 100 (\%)$$

De este modo, de acuerdo a la Visión 2025, en relación con la infraestructura de drenaje de aguas lluvias urbanas se debiera alcanzar un valor del indicador igual a 50%. Las infraestructuras hidráulicas requeridas en el país para el control del impacto de los eventos hidrológicos extremos, como crecidas y aluviones, se pueden clasificar en tres tipos: obras para el drenaje de aguas lluvias urbanas, obras fluviales y obras de control aluvional.

Drenaje de aguas lluvias urbanas

Los principales requerimientos en relación con el drenaje de las aguas lluvias urbanas han sido catastradas en los Planes Maestros de Drenaje de Aguas Lluvias, preparados para la DOH/MOP. Dichos planes identificaron

en su oportunidad, obras por 4.000 millones de dólares, entre las cuales la DOH seleccionó como prioritarias obras por 2.200 millones de dólares.

Desde los años 2000 se han realizado avances en la construcción de estos sistemas por distintas vías (fueron parcialmente incorporados a las obras del plan de concesiones de autopistas urbanas), de tal modo que, de acuerdo a la información disponible sobre las inversiones anuales de la DOH, a la fecha se habrían invertido unos 900 millones de dólares. Así, quedaría pendiente por invertir un total de 3.100 millones de dólares para disponer de una infraestructura que otorgue una seguridad hídrica adecuada. En la Visión 2025 se propone cubrir 50% de dicho déficit, es decir, se considera una inversión total de 1.550 millones de dólares, equivalente a un valor anual de 155 millones de dólares. Considerando que la inversión anual en el tema ha alcanzado en los últimos años aproximadamente a 50 millones de dólares⁶⁰, esta propuesta significa triplicar los niveles de inversión.

Obras fluviales

En relación con los requerimientos de obras fluviales y de defensas ribereñas, no existen catastros de las necesidades a nivel del país, ya que los estudios solo cubren algunos cauces, no siempre cuantifican las obras de defensa que es necesario construir, y, además, pueden quedar obsoletos como resultado de las intervenciones no planificadas que se realizan en cauces y cuencas.

Sin perjuicio de lo anterior, las estimaciones generales realizadas por el MOP (2009)⁶¹ establecieron un requerimiento en defensas fluviales de 200 millones de dólares. Asumiendo que la disminución de dichos requerimientos por la construcción de obras pudiera alcanzar a unos 50 millones de dólares, se tendría un déficit de 150 millones de dólares para atender al año 2025. A lo anterior se deben agregar recursos para las actividades de conservación de riberas, las que, de acuerdo a los valores entregados al tema en años recientes, serían del orden de 30 millones de dólares/año.

Los antecedentes entregados permiten evaluar los requerimientos de infraestructura para obras fluviales en un total de 450 millones de dólares, con una inversión anual de 45 millones de dólares/año, monto similar al actual nivel de inversión.

Obras de control aluvional

La elevada peligrosidad de estos fenómenos ha quedado en evidencia en diversos desastres ocurridos en las últimas tres décadas. Al respecto, baste recordar el enorme impacto de los aluviones observados en Antofagasta (1991), en la Quebrada Macul (1993) y, recientemente, en diversos puntos de las regiones de Atacama y Antofagasta. Para mitigar los impactos de estos fenómenos en el país, se han diseñado obras que permiten almacenar los flujos, ya que aunque son de gran violencia y alto contenido de sedimentos, no se mantienen

60 DOH/MOP Informe de Gestión 2012, 2013 y 2014.

61 DOH/MOP (2009). Infraestructura Hidráulica del Chile 2020.



por largo tiempo y, en consecuencia, no representan un gran volumen. Debido a las características de aridez de la zona de Santiago al norte, los cauces y quebradas que pueden provocar aluviones como los señalados son muy numerosos, sin embargo, no se dispone de un catastro completo de las áreas amenazadas. No obstante lo anterior, las ciudades más importantes vulnerables a estos fenómenos son conocidas y en la mayoría de ellas la DOH ha construido obras o tiene proyectos en preparación.

Sobre la base de sus estudios, el año 2009 la DOH estimó las obras requeridas en una primera etapa en un valor del orden de 100 millones de dólares. Desde esa fecha se han realizado diversas obras, a razón de una inversión anual de 6 a 7 millones de dólares, de modo que en la actualidad una importante proporción de la infraestructura del plan original está aún pendiente. Además, los requerimientos están en permanente aumento, en la medida que las ciudades se expanden o que la población exige mayores niveles de seguridad. Al respecto, es de interés señalar que, aun cuando en la Región de Antofagasta se han construido importantes obras de control aluvional, existen nuevos requerimientos en ese tema por un monto de aproximadamente 80 millones de dólares⁶². Así, es posible estimar que un análisis detallado de los requerimientos de inversión en el tema, a nivel de todo el país, entregaría una demanda de a lo menos 150 millones de dólares, el que debiera materializarse completamente para cumplir la Visión 2025.

De acuerdo a lo anterior, en este tema se considera una inversión anual al año 2025 de 15 millones de dólares, con un total para la década de 150 millones de dólares.

Los análisis presentados permiten concluir que el total de inversiones para atender las necesidades de infraestructuras de protección contra los efectos de las inundaciones y aluviones alcanza a 2.150 millones de dólares. Este valor más que duplica la inversión anual en el tema, la que usualmente es del orden de los 100 millones de dólares. La inversión para los períodos 2016-2020 y 2021-2025 asume que ella se realiza en forma de un monto anual constante.

TABLA 1.24
Necesidades de inversión en drenaje de aguas lluvias urbanas, obras fluviales y control aluvional
 Millones de dólares

Período	Drenaje Aguas Lluvias	Obras Fluviales	Control Aluvional	Total
2016-2020	775	225	75	1.075
2016-2025	1.550	450	150	2.150

Fuente: Elaboración propia.

62 Cuenta Pública 2015 y Convenio de programación entre el MOP y el GORE de la Región de Antofagasta, para el período 2015-2020. Considera completar control aluvional de las ciudades de Taltal, Tocopilla y Antofagasta y, adicionalmente, el desarrollo de los proyectos de vías primarias de evacuación de aguas lluvias en zonas urbanas de las ciudades de Antofagasta, Calama, San Pedro de Atacama, y Sierra Gorda.

4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

Los sistemas de recursos hídricos son sistemas complejos, en los cuales los distintos componentes y actores presentan múltiples interacciones, y donde los aspectos de gestión y la dotación de infraestructura se condicionan y complementan mutuamente. Así, los objetivos relativos a la seguridad hídrica propuestos en la Visión 2025 suponen tanto un adecuado nivel de gestión como de dotación de infraestructura, de modo que el avance en la disponibilidad de infraestructura hidráulica no garantiza por sí solo los resultados esperados.

La gestión y el desarrollo de infraestructuras de recursos hídricos responden en nuestro país a actividades que se realizan, tanto por el sector público como por el privado, en el marco jurídico e institucional que se ha dado el país para regularlas. Para los propósitos de este informe, interesa realizar algunas recomendaciones sobre dichas materias, que se consideran de interés para lograr un avance efectivo hacia los objetivos de la Visión 2025 propuesta. En general, dichas recomendaciones se hacen cargo de las siguientes características:

- a) Los beneficios de las obras de infraestructura dependen de la forma en cómo esta es aprovechada por los usuarios. Esto, en ciertos casos, supone un esfuerzo por lograr un adecuado funcionamiento de las formas de gestión tradicionales, sin embargo, en otras ocasiones la infraestructura genera oportunidades que para ser adecuadamente utilizadas requieren de saltos cualitativos hacia formas de gestión más avanzadas.
- b) El desarrollo de nuevas obras de infraestructura depende de decisiones sobre su factibilidad técnica, económica, social y ambiental. En este sentido, resulta importante estudiar el proceso de toma de decisiones y las formas de financiamiento más adecuadas, dada la naturaleza y destinatarios de los beneficios generados.
- c) Las obras de infraestructura están insertas en un medio geográfico, ambiental, social y económico cambiante. La evolución de ese contexto externo condiciona el adecuado funcionamiento de la infraestructura, de acuerdo a lo planificado. Así, es relevante analizar si existen en el sistema institucional mecanismos de adaptación al contexto futuro o de control de sus impactos.

A partir de estas consideraciones, se recomiendan algunos elementos de políticas públicas en las diferentes áreas que se han analizado:

Abastecimiento de la demanda para el desarrollo social y productivo sostenible

- a) **Gestión integrada de recursos hídricos a nivel de cuencas**
En la actualidad, es necesario que los planes de infraestructura sean concebidos en el marco de una estrategia de gestión integrada de los recursos hídricos, capaz de resolver adecuadamente, con una visión de mediano y largo plazo, las múltiples interacciones que generan las actuaciones de diversos



actores presentes en las cuencas. En esta materia, el país muestra un considerable retraso que, para ser superado, requiere de transformaciones legales e institucionales. Entre otras muchas materias, la gestión integrada de recursos hídricos en el marco de una cuenca debiera contribuir a generar una visión compartida entre el sector público y privado acerca de su desarrollo futuro, regular las externalidades asociadas a las iniciativas de los usuarios individuales, coordinar políticas y programas públicos, hacer posible el uso conjunto de los recursos hídricos superficiales y subterráneos además de coordinar y orientar los esfuerzos comunes .

- b) **Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas**
Una materia específica relacionada con la gestión integrada de los recursos hídricos, que condiciona el logro de los objetivos de la Visión 2025, se refiere al uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Sobre esta materia, existen restricciones normativas que hacen necesario realizar cambios legislativos.
- c) **Foco en infraestructura de mejoramiento de los sistemas de distribución, en determinadas cuencas**
Como se ha señalado en el texto, la importancia y factibilidad de ampliar la capacidad de regulación de los recursos hídricos es variable a lo largo del país. Así, existen cuencas con una insuficiente seguridad hídrica, no obstante que casi la totalidad de sus recursos hídricos pueden ser regulados con la capacidad de almacenamiento disponible. En esos casos, las políticas públicas relativas al desarrollo de la infraestructura hidráulica debieran tener un cambio sustantivo de paradigma, desplazándose desde una visión centrada en el desarrollo de una mayor capacidad de regulación a una que priorice la transformación generalizada de las instalaciones de distribución de las aguas, promoviendo el paso del actual sistema de canales a uno de conducción en presión. Un sistema de estas características contribuiría a una mayor seguridad hídrica reduciendo pérdidas por evaporación, permitiendo una entrega a los usuarios ajustada en oportunidad y cantidad a la demanda de cada predio, favoreciendo el desarrollo de mercados de agua y generando ahorros en el consumo energético. La propuesta de modernizar este tipo de infraestructuras, incorporada en la Visión 2025, supone la implementación de políticas orientadas a la adecuación de los sistemas de gestión a este objetivo estratégico.
- d) **Fortalecimiento de mecanismos de financiamiento**
El financiamiento de las infraestructuras hidráulicas debe considerar que ellas generan beneficios públicos y privados, y que se trata de obras complejas, con grandes costos hundidos, una vida útil que supera los 50 años y cuyos mayores costos corresponden a la inversión inicial. Lo anterior hace que, en los países en general, la participación del Estado en su desarrollo y financiamiento sea fundamental. De este modo, el avance en la construcción de este tipo de infraestructuras usualmente depende directamente de la prioridad presupuestaria que le asigne el Estado, y considera un nivel de subsidio público

63 Un análisis completo de esta temática se encuentra en: "Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Una propuesta" Comisión de Aguas del Instituto de Ingenieros (2012).

a las obras que normalmente alcanza a 80%. Por otra parte, los mecanismos de recuperación parcial de las inversiones con cargo a los beneficiarios directos, históricamente han resultado de difícil implementación, lo que hace aconsejable evaluar las causas de su limitado éxito.

Por otra parte, la incorporación de financiamiento privado a través del mecanismo de concesiones generalmente resulta de difícil materialización. Esto se debe a la complejidad de la relación entre el concesionario y los actuales o potenciales usuarios, y la dificultad para diseñar un sistema con incentivos adecuados, que garantice el pleno aprovechamiento de las nuevas infraestructuras en plazos breves. Sin perjuicio de lo señalado, se trata de una alternativa que en cada caso debiera ser evaluada en función de sus méritos.

En el caso del financiamiento de las obras hidráulicas medianas y de aquellos programas orientados al mejoramiento de los sistemas de distribución, es importante evaluar los resultados de la incipiente utilización de la Ley de Fomento al riego y reforzar, con los ajustes que sea el caso, su aplicación. En especial, es de interés evaluar su uso en el marco de una gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuencas o subcuencas. Cabe señalar que en la actualidad la magnitud de los fondos anuales que se asignan al programa son relativamente modestos (aproximadamente 20 millones de dólares/año). Asimismo, resulta de interés evaluar la aplicación de los instrumentos de la ley de concesiones a la modernización de los sistemas de distribución.

Otra materia que resulta necesario revisar se refiere a las metodologías de evaluación beneficio/costo aplicadas a los proyectos públicos. Al respecto, es importante evaluar si las metodologías en uso dan cuenta de la totalidad de efectos que se generan con una sequía mayor, como la ocurrida en las regiones III a V en los últimos años, en especial, considerando que las cuantiosas pérdidas que se han informado no dicen relación con los montos de financiamiento invertidos en las infraestructuras de mitigación.

Infraestructura para el acceso de la población al agua potable y saneamiento

Para lograr los objetivos propuestos en la Visión 2025, junto con el avance en el desarrollo de infraestructuras, se requiere resolver algunos aspectos relativos a la gestión y al marco normativo.

En el caso de las zonas urbanas, se ha señalado la necesidad de introducir mejoras al marco legal e institucional vigente en aplicación desde hace 16 años⁶⁴. Al respecto, resulta pertinente destacar los siguientes aspectos:

- a) La forma de resolver el financiamiento de las nuevas inversiones sin afectar significativamente las tarifas: Esta temática se vincula directamente con la necesidad de incorporar como alternativa de suministro la operación de plantas desaladoras en algunas ciudades costeras del norte del país. En ese escenario se prevé impactos importantes en las tarifas, sin que los mecanismos de subsidio existentes entreguen una solución satisfactoria, de acuerdo a los antecedentes disponibles.

64 SISS Informe de Gestión del Sector Sanitario 2014.



- b) Los bajos niveles de inversión en reposición de infraestructura que se observa:
En este tema la SISS considera que la normativa actual no es suficiente para inducir un incremento de la inversión de las empresas con ese propósito, lo que afecta la eficiencia en el uso de los recursos hídricos y puede tener impactos negativos en el mediano o largo plazo en la calidad de la prestación de los servicios. Así, resulta conveniente revisar la efectividad de la normativa en el tema.
- c) Conveniencia de incorporar cambios en la legislación de aguas para asegurar el acceso a los recursos hídricos:
El sistema actual de asignación de aguas y el marco regulatorio del sector sanitario han permitido en las últimas décadas abastecer con estándares de calidad adecuados las demandas para el uso urbano. Este logro se ha presentado en un contexto de ampliación de las coberturas de agua potable y en un marco general de baja conflictividad con el resto de los sectores. Cabe destacar que este comportamiento se ha producido sin que se hubiera otorgado una prioridad al uso doméstico. Así, no parece necesario, en el caso urbano, generar cambios en un esquema que no considera prioridades, el que ha funcionado en general sin grandes contratiempos y está constituido por un conjunto de reglas e incentivos, cuyo cambio debiera evaluarse en forma integral. Sin perjuicio de lo anterior, para prevenir situaciones inconvenientes, resulta necesario que esté disponible la alternativa de expropiación, existente en el código de aguas vigente, para lo cual se hace necesario reglamentar dicho procedimiento considerando las particularidades de la gestión del agua, como ocurre en el caso de la propiedad de la tierra.
- d) Mejoramiento del marco institucional y legal en las zonas rurales:
En las zonas rurales, junto con el desarrollo de las obras de infraestructura requeridas para el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable rural y de saneamiento, se presentan importantes desafíos relativos a la modificación del marco institucional y legal, los que pueden limitar el adecuado cumplimiento de los objetivos señalados en la Visión 2025. Una muestra de la preocupación en la materia es que hace más de 5 años que se debate en el Parlamento la forma de mejorar la actual estructura legal aplicable a los APRs.

Así, no obstante que los APRs corresponden a formas de gestión comunitaria que han permitido entregar el servicio de agua potable en forma satisfactoria en cuanto a indicadores de calidad y continuidad, es necesario reconocer que con frecuencia presenta debilidades en sus capacidades administrativas y técnicas⁶⁵. Estas debilidades de los APRs se manifiestan principalmente en materia de saneamiento, área en la cual la institucionalidad pública también presenta grandes falencias. Al respecto, una investigación realizada sobre la base de 567 sistemas concluyó que 17 se encontraban fuera de servicio y que 220 tenían una operación deficiente.

65 En un estudio reciente en una escala de 1 a 7 los usuarios asignaron una nota promedio de 4.1.

Las principales debilidades que se observan en el tema del saneamiento rural se resumen en los siguientes antecedentes:

- Existe una gran diversidad en las entidades operadoras de estos servicios. Así, 38% de las plantas de tratamiento son operadas por los comités de APR y el resto son operadas por municipios (62%), colegios o terceros privados.
- No existe una institucionalidad pública encargada del tema. La DOH/MOP no tiene atribuciones sobre la materia.
- Los administradores de los servicios no disponen de capacidad técnica para operar los sistemas y no existe una organización formal de capacitación y asistencia.
- No existe un marco institucional que defina las responsabilidades en la operación de las plantas, en lo referente a la administración, fijación y cobro de tarifas, pago de costos de operación y mantenimiento.
- Las capacidades de gestión son en general insuficientes y no disponen de personal especializado para operar sistemas complejos como son, por ejemplo, las plantas de tratamiento de lodos activados, de modo que frecuentemente no cumplen las normativas aplicables.

En este contexto, se hace imperativa la revisión del marco institucional y normativo que regula este sector.

Infraestructura para la protección contra inundaciones y aluviones

El logro de una adecuada protección de la población y los bienes frente al impacto de inundaciones y aluviones, requiere, más que en otras áreas, una actuación coordinada en aspectos normativos y de gestión, junto al desarrollo de la infraestructura. Así, con frecuencia las obras de infraestructura se justifican como último recurso, debido a la existencia de situaciones de hecho, de carácter irreversible, que hacen impracticable la aplicación de otras medidas.

En el caso de Chile, existen dos aspectos normativos que resultan críticos para que la infraestructura cumpla adecuadamente su propósito. Ellas son:

- El desarrollo efectivo de un sistema de planificación territorial, que regule el uso del suelo en las áreas con riesgo de ser afectados por inundaciones o aluviones.
- La regulación de los cambios en las cuencas que signifiquen un incremento en la escorrentía generada, con el propósito de prevenir que las obras de drenaje resulten subdimensionadas con el paso del tiempo. Es importante destacar que las legislaciones de países más desarrollados son cuidadosas en impedir el incremento de escorrentía por el cambio de uso del suelo, y obligan a mantener el caudal natural a



la salida de las propiedades. Ello conlleva la realización de obras locales de almacenamiento u otras que reduzcan los caudales máximos.

De acuerdo a lo anterior, los planes de infraestructura y el desarrollo normativo se deben complementar para disponer de una seguridad hídrica como la asociada a la Visión 2025.

En relación con la inversión y financiamiento en obras de protección es conveniente hacerse cargo, en especial, de los siguientes temas:

- Considerando que la materialización de los proyectos de drenaje urbano ya identificados puede llevar varias décadas de no existir una fuente de financiamiento complementaria a los fondos públicos, es altamente conveniente evaluar la reactivación del proyecto de ley que establecía un sistema de financiamiento de los planes maestros de drenaje de aguas lluvias, con participación de los residentes en las ciudades beneficiadas. Al respecto, se trata de una materia sobre la que existen diversos precedentes exitosos a nivel mundial.
- Las metodologías de evaluación beneficio/costo establecidas en las actuales normativas, presentan dificultades para reflejar adecuadamente los impactos de eventos extremos de gran magnitud que generan colapsos generalizados en la vida urbana. De hecho, los daños informados por las crecidas y aluviones de marzo de 2015 superan con creces las inversiones realizadas con el propósito de mitigar los impactos. Así, se hace necesario reevaluar la validez de las metodologías utilizadas y proponer su corrección, si es el caso.

El impacto del cambio climático

En general, los análisis de la situación actual oferta-demanda están realizados sobre la base de información meteorológica de las últimas décadas y asumiendo que el clima tiene un comportamiento estacionario.

En relación con esta limitación, es importante señalar que los estudios sobre los posibles impactos de un cambio climático en nuestro país, muestran que existe una alta probabilidad que las precipitaciones tengan una disminución entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. En la Región de Magallanes los modelos coinciden en que se presentaría un pequeño cambio positivo de precipitación (5 a 10 %) y, para el resto de regiones, especialmente en el Altiplano y Norte Grande, se halla una dispersión en las proyecciones.

La disponibilidad de recursos hídricos asociada a dichos cambios ha sido investigada con estudios de simulación realizados en varias cuencas comprendidas entre los ríos de Limarí y Cautín, a partir de los escenarios climáticos generados por modelos meteorológicos globales. Para la condición más desfavorable, las simulaciones muestran que a mediados del presente siglo, en esta zona, se tendría un descenso muy significativo de recursos hídricos, el que representaría una disminución en un rango entre 25% y 70% del caudal medio anual. Además, estos cambios serían más significativos durante los meses de verano y otoño, período que en la actualidad presenta las condiciones más críticas desde la perspectiva de la disponibilidad de agua.

También conviene destacar que esta situación no se presentaría en forma similar en las distintas subcuencas de una misma cuenca, siendo aquellas con un régimen hidrológico nival y pluvionival las más sensibles, debido a que en el escenario de un cambio climático, presentan una menor acumulación de nieve y un deshielo más acelerado. Asimismo, los sectores de aguas abajo, cuyo abastecimiento depende en forma significativa de los excedentes de los aprovechamientos de aguas arriba, debieran experimentar un impacto amplificado.

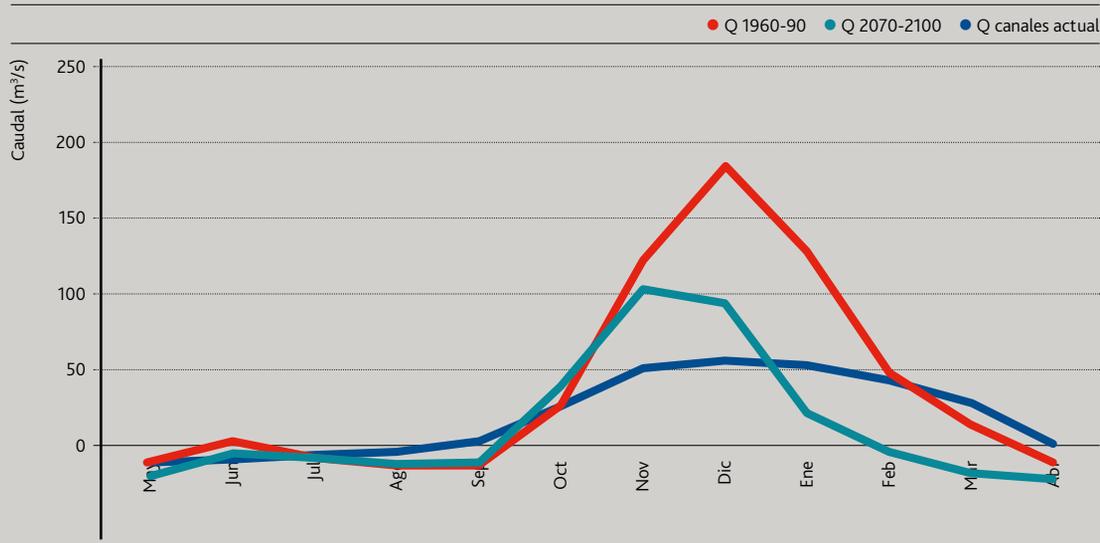
Sin perjuicio de la elevada incertidumbre que presentan estos resultados para la toma de decisiones en materia de recursos hídricos, la magnitud de los impactos posibles hace necesario seguir con atención los avances sobre el tema. Al respecto, aparece como un tema central, la eventual necesidad de mitigar los impactos sobre la disponibilidad hídrica mediante el desarrollo de infraestructura de regulación, que permita compensar la probable disminución de los caudales, en especial en los meses de verano y otoño.



Para el caso del río Maipo en El Manzano y su aprovechamiento, se puede observar la disponibilidad de agua para un año de probabilidad de excedencia 50% en la situación actual (Q 1960-1990) y en el escenario modificado (Q 2070-2100), junto a la curva de demanda de los canales (Q canales). En la actualidad, en un año normal, los caudales de verano y otoño (febrero-abril) son captados completamente para atender las demandas de los canales. Sin embargo, en el escenario climático de simulación estudiado, se presentan fuertes déficits para esos meses, los que debieran ser cubiertos por una mayor capacidad de regulación.



Simulación del impacto del cambio climático en el abastecimiento de los canales Maipo 1ª Sección



Fuente: Elaboración propia sobre la base de BID-DGF/UCH-AA (2009): "Impacto del Cambio Climático en las Cuencas del Maipo y Mapocho"; y registros de la Junta de Vigilancia 1ª S. Maipo.



Capítulo 2 **ENERGÍA**

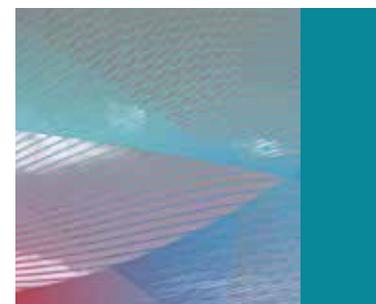
1 | RESUMEN EJECUTIVO

Los desafíos que enfrenta Chile en materia de desarrollo eléctrico son de envergadura, aunque su naturaleza está cambiando rápidamente. Hasta poco tiempo atrás, la preocupación era el alto costo de la energía e invertir lo suficientemente rápido para aumentar la capacidad instalada y la generación a las tasas que exigía el rápido crecimiento económico. Por ejemplo, entre los años 2000 y 2013, el PIB creció poco más de 5% cada año, mientras que la generación de electricidad casi se duplicó, desde 38.798 GWh en el año 2000 hasta 69.897 GWh en el año 2014¹.

No obstante, en la actualidad, el futuro se ve un tanto más incierto y pareciera que la economía chilena pasará por un periodo de crecimiento más lento en el mediano plazo. Si así ocurre, las centrales eléctricas actualmente en construcción llenarán buena parte de las inversiones durante los próximos 10 años y no será necesario invertir mucho más.

Al mismo tiempo, en el año 2025, 20% de la energía contratada por distribuidoras o clientes libres después de julio del año 2013, deberá generarse con tecnologías renovables no convencionales (eólica, solar foto voltaica,

1 La potencia es la capacidad de desarrollar trabajo mecánico, y se mide en watts (W). La energía es el uso o generación de potencia en un período de tiempo y se mide en watts por hora o watts-hora (Wh). Así, por ejemplo, una ampolleta de 100 W de potencia consume 50 Wh de energía si está encendida por media hora. Un kilowatt (KW) son 1000 watts; un megawatt (MW) son 1.000 KW y un gigawatt (GW) son 1.000 MW.



centrales mini hidráulicas, por nombrar algunos ejemplos). Este cambio de la composición de la generación ya está en marcha y de manera acelerada, principalmente porque las centrales solares fotovoltaicas están en auge. La magnitud de estas inversiones es considerable: aun si el PIB y la demanda eléctrica crecieran rápidamente en el futuro cercano, la capacidad proyectada es suficiente para cumplir con buena parte de la meta que la ley 20/25 impone. Por eso, durante los próximos 10 años, se debería invertir en ERNC a ritmo más lento.

Con todo, la estimación de las necesidades de inversión entre los años 2016 y 2025, están marcadas por una reducción significativa en la infraestructura requerida, particularmente en el ámbito de generación, alcanzando 11.566 millones de dólares al año 2025.

TABLA 2.1
Requerimientos de inversión 2016-2025
 Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Generación	2.099	9.102
Transmisión	251	567
Distribución	1.001	1.897
Total	3.351	11.566

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Dada la metodología de escenarios impuesta para efectos del cálculo respecto del crecimiento económico y el tipo de generación, se asume un crecimiento de 4% anual del PIB y la expansión del SIC con la posibilidad de invertir en hidroeléctricas, respectivamente.

2 | RESEÑA DEL SECTOR

EL SECTOR ENERGÉTICO EN CHILE

La mayor parte del sector eléctrico chileno está compuesto por dos sistemas interconectados, uno en el Norte Grande de Chile (el SING o Sistema Interconectado del Norte Grande), que se extiende por unos 650 kilómetros; y otro que cubre desde Chiloé en el Sur hasta el nudo de Paposos en la Tercera Región (el SIC o Sistema Interconectado Central), que se extiende por unos 2.150 kilómetros². En el año 2014 se generaron en el SIC alrededor de tres cuartos de los casi 70.000 GWh producidos en Chile y el resto se generó en el SING.

Por otro lado, hay que tener en cuenta las vicisitudes a las que ha estado sujeto el sistema eléctrico chileno a lo largo de los años. Hasta mediados de los años '90, el SIC se expandió fundamentalmente con agua y algo de carbón. En el año 1997 se introdujo el gas natural proveniente de Argentina y, durante los siguientes siete años, el sistema se expandió casi exclusivamente con centrales de ciclo combinado. De manera similar, en el SING se invirtió masivamente en ciclos combinados que usaban gas natural, los que rápidamente desplazaron a casi toda la generación con carbón.

El SIC y el SING son distintos. Por el lado de la demanda, en el SIC alrededor de 40% de la electricidad la consumen los grandes clientes industriales y mineros. El restante 60% se distribuye a clientes industriales, comerciales y residenciales a través de distribuidoras. En contraste, 90% de la demanda del SING proviene de la Gran Minería del cobre y las distribuidoras usan apenas alrededor de 10% de la electricidad generada.

Por el lado de la oferta, el SIC siempre ha sido un sistema hidro-térmico. Hasta el año 2010, la participación de la generación hidráulica en la generación total siempre fue mayor que 50%. Esta proporción cayó bastante durante los últimos cinco años, exclusivamente debido a la escasez de lluvias. En contraste, el SING es un sistema esencialmente térmico en donde se genera mayoritariamente con carbón. Estas diferencias se mantendrán a pesar de la interconexión SIC-SING en construcción.

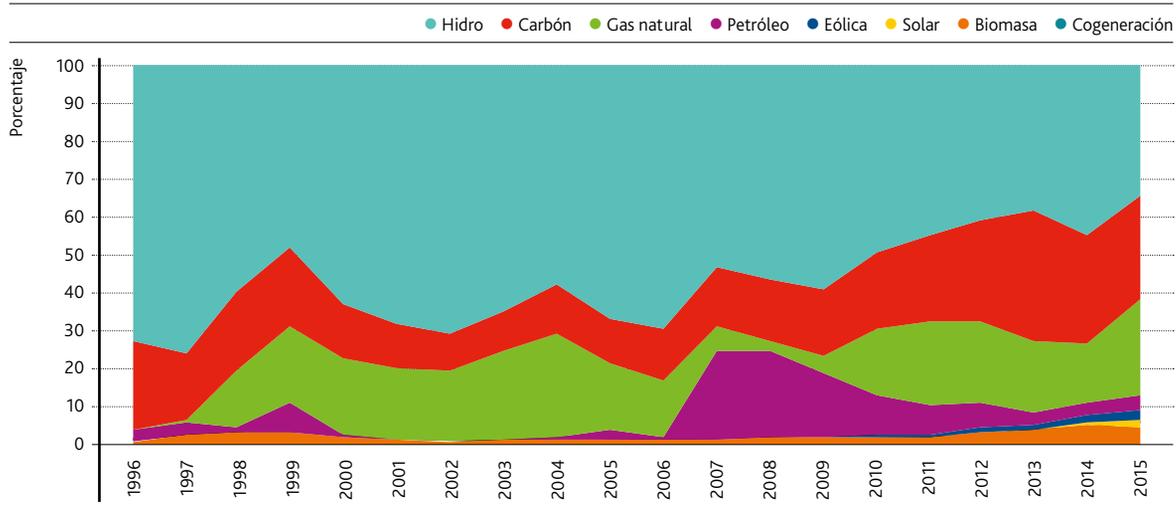
2 El SING y el SIC suman 99% de la capacidad instalada de generación en Chile. Existen otros tres sistemas muy pequeños en Aysén y Magallanes que suman el restante 1% de la generación de electricidad en Chile.

FIGURA 2.1
Barras seleccionadas del SIC y el SING



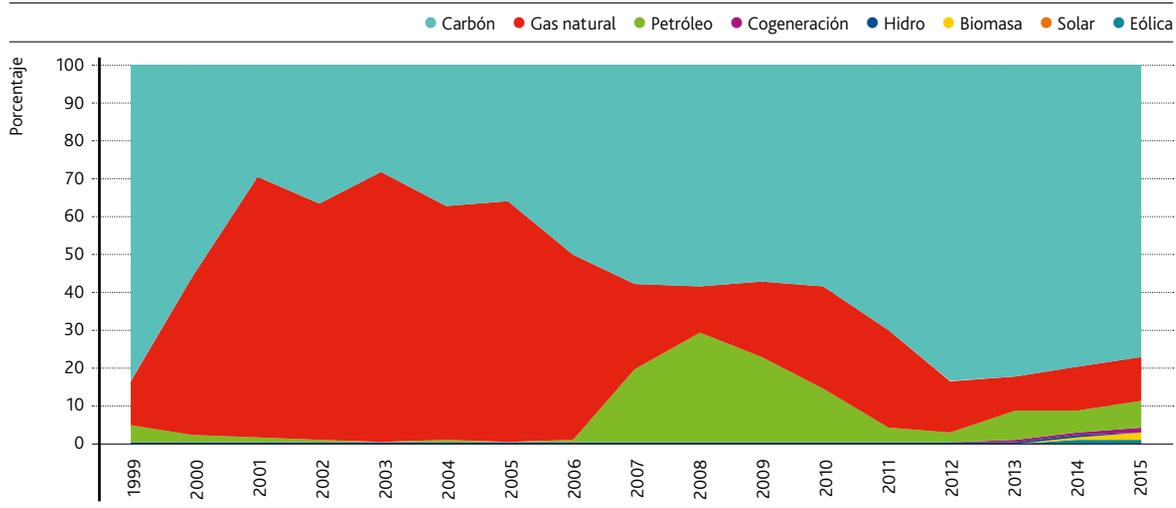
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2.2
Composición de la generación en el SIC 1996-2015



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2.3
Composición de la generación en el SING 1999-2015



Fuente: Elaboración propia.



En el año 2004, Argentina comenzó a restringir sus exportaciones de gas natural y casi las eliminó a partir del año 2007, lo cual forzó una serie de ajustes. Casi de inmediato, en el año 2005 el Gobierno del Presidente Lagos modificó la ley eléctrica e introdujo las licitaciones de contratos de largo plazo para distribuidoras eléctricas, las que han ido sustituyendo al regulado precio de nudo. En el corto plazo, entre los años 2007 y 2009 buena parte de la generación con gas natural en el SIC se sustituyó con diésel. De manera similar, en el SING la participación del diésel también aumentó, aunque una parte importante de la generación con gas natural se sustituyó mediante la generación con las centrales a carbón construidas durante los años noventa y poco después del año 2000, pero que habían quedado sin uso por la llegada del gas natural argentino. Por último, en el mediano plazo, se construyeron sendos terminales de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado (GNL) en Quintero (SIC) y Mejillones (SING), y se volvió a invertir en centrales hidráulicas y a carbón³.

La pérdida del gas natural argentino implicó precios más altos de la electricidad. En el año 1995, un MWh costaba entre US\$70 y US\$80/MWh. Con la llegada del gas natural argentino el precio promedio de la energía fue cayendo a medida que los contratos se fueron renovando y hacia el año 2000 se había estabilizado en alrededor de US\$40/MWh; así podría haber permanecido si Argentina hubiese continuado exportando gas natural en las condiciones pactadas en los contratos. Sin embargo, tal cosa no ocurrió, y a partir del año 2004 el precio comenzó a aumentar, reflejando las crecientes restricciones a las exportaciones de gas natural. En el año 2008, cuando además de la pérdida del gas argentino aumentó el precio de los combustibles fósiles, el precio de la electricidad sobrepasó los US\$100/MWh.

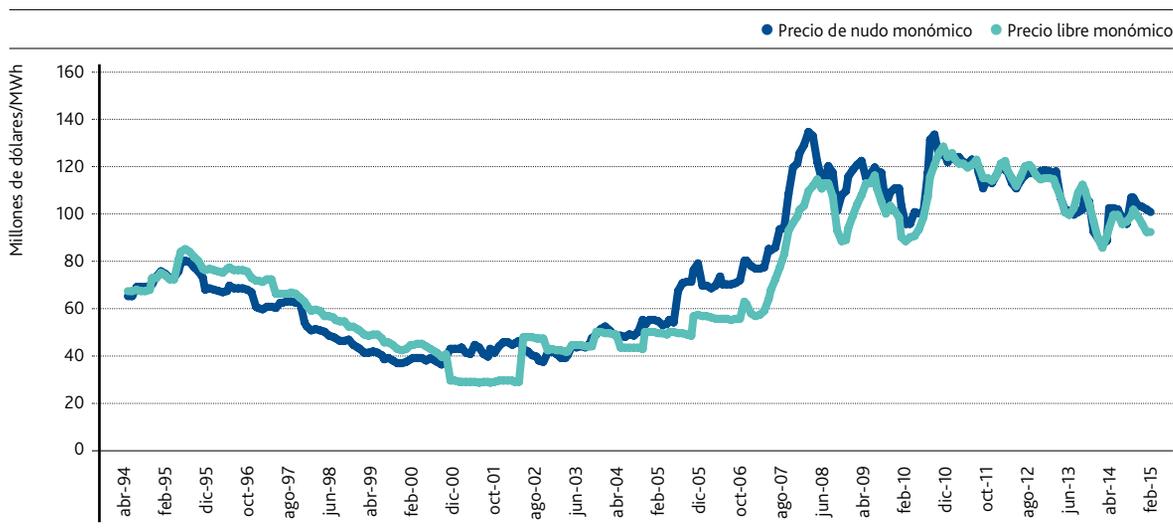
La reacción del Gobierno vigente fue rápida y la ley se modificó, sustituyéndose la fijación de precio de nudo cada seis meses por licitaciones competitivas de contratos de distribuidoras asignadas al menor precio. Se pensó entonces que tanto el SIC como el SING volverían a su equilibrio anterior a la llegada del gas natural argentino, basado en la generación hidráulica y, en menor medida, el carbón. De hecho, el precio que arrojó la primera licitación de contratos de distribuidoras en el año 2006 fue cercano al costo de generar con carbón. Más aun, se comenzaron a construir varias centrales que, entre los años 2010 y 2012 agregaron alrededor de 2.300 MW de capacidad en el SIC y 900 MW en el SING.

Sin embargo, entre los años 2010 y 2013 varias inversiones no se pudieron llevar a cabo. En el año 2010, el Gobierno solicitó cancelar la construcción de la central a carbón de Barrancones de 540 MW, después de que le había otorgado su autorización ambiental. A la cancelación de Barrancones, seguiría en el año 2012 la del proyecto a carbón de Castilla de 2.200 MW por resolución judicial y, además, la postergación indefinida de HidroAysén en el año 2014 por decisión del Gobierno. De manera similar, la central a carbón Bocamina II, de 350 MW, estando ya construida, pasaría detenida, sin generar por un año y medio, debido a una orden de no innovar tras un recurso de protección por daño ambiental. Así, hacia fines del año 2013, los principales

3 El gas natural licuado o GNL es gas natural al que se le transforma en líquido disminuyéndole la temperatura a unos -162°C . Con esto, su volumen se contrae aproximadamente 600 veces y así es posible transportarlo por mar en buques especializados. En el destino el GNL se almacena y luego se regasifica exponiéndolo a la temperatura ambiente.

problemas del sector eléctrico eran los altos precios de la energía, la oposición que enfrentaban varios proyectos de generación –sobre todo las grandes centrales hidroeléctricas y a carbón– y el nivel insuficiente de inversión, visto que el PIB crecía rutinariamente entre 4 y 5% al año. A fines de 2013, fracasó la licitación a la que llamaron las distribuidoras eléctricas para abastecer clientes durante los siguientes 10 años, debido a la falta de capacidad de generación necesaria existente en ese momento. Sin embargo, este panorama el año 2015 cambió, y ya no se puede afirmar que se está invirtiendo de manera insuficiente.

FIGURA 2.4
Precio monómico de la energía, regulado y libre 1994-2015⁴
 Millones de dólares/MWh de marzo de 2015



Fuente: Elaboración propia con datos compilados por la CNE.

MARCO NORMATIVO VIGENTE Y ESTRUCTURA DE MERCADO

La electricidad es una industria significativamente regulada. Al mismo tiempo, la entrada al mercado es libre y las empresas de generación no tienen obligación de invertir. Los orígenes del mercado eléctrico, tal como se le conoce hoy, y de sus sistemas de precios, están en el DFL N°1 de 1982, con la restructuración de las empresas eléctricas estatales durante los años que siguieron y su posterior privatización a fines de los años ochenta.

4 La figura muestra precios monómicos, es decir precios por MWh que incluyen cargos por energía y potencia, esta última prorrateada con el factor de carga promedio.



Desde entonces, la organización industrial se ha mantenido y en esta sección la describimos, distinguiendo en tres segmentos: la generación de electricidad, la transmisión en alta tensión y la distribución de electricidad a clientes finales.

Generación de electricidad

Los generadores de electricidad producen energía y potencia y la venden al por mayor en tres mercados distintos: el mercado de intercambios instantáneo o spot, donde los generadores intercambian energía al precio spot; el mercado regulado, donde un generador le vende energía y potencia a un distribuidor a través de contratos de largo plazo; y el mercado de clientes libres, donde los grandes usuarios le compran electricidad a generadores mediante contratos de largo plazo.

Una de las características más importantes del mercado mayorista es que la operación de las centrales es independiente de los contratos y obligaciones de suministro de los generadores. Para garantizar que así ocurra, el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) dirige el mercado spot y es responsable de la operación del sistema, despachando a las centrales en orden de mérito. Vale decir, el CDEC ordena a las centrales disponibles de menor a mayor costo de operación y las va haciendo funcionar a medida que la carga aumenta en el orden que dicta el costo de operación.

Las órdenes del CDEC son obligatorias e independientes de los contratos de venta de electricidad de cada generador. Por ello, es frecuente que ocurran transferencias entre generadores, las que se valoran al costo marginal horario del sistema o precio spot. La separación de operación y contratos permite que el sistema minimice el costo total instantáneo de producción. Por ejemplo, consideremos un generador que ha contratado la venta de energía, pero que por tener un costo marginal de producción alto, no será despachado. Este generador está obligado a comprarles a generadores de menor costo de operación para cubrir su déficit. Pese a ser obligatoria, la transacción es comercialmente atractiva para este generador porque le permite comprar energía más barata que la propia.

Aproximadamente, 60% de la energía producida en el SIC y 10% en el SING, la consumen clientes atendidos por una distribuidora eléctrica, los cuales pagan precios regulados. Aquella parte que cubre el costo de la energía y la potencia se determina en licitaciones en las que los generadores compiten por adjudicarse contratos ofreciendo el menor precio.

Por último, los generadores les venden electricidad directamente a grandes clientes. Estas transacciones configuran el mercado libre. En él, los grandes usuarios negocian directamente con generadores las condiciones de abastecimiento, la calidad de suministro y el precio de la energía y de la potencia.

La obligación de generar con ERNC

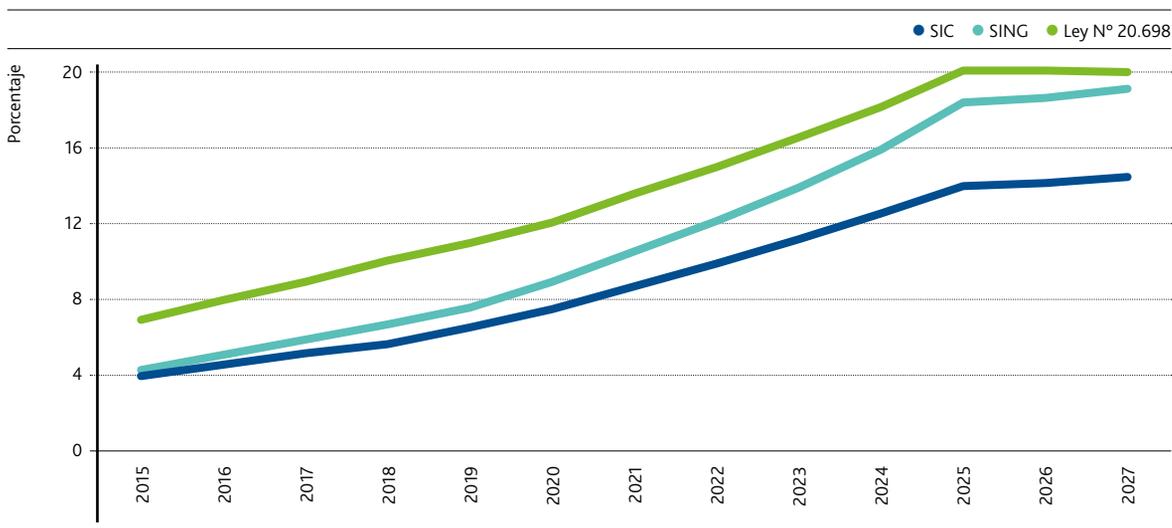
La entrada en generación es libre y no se requiere licencia; tampoco existe obligación de invertir, porque los contratos privados entre partes regulan las obligaciones. La aprobación ambiental se obtiene en un

procedimiento equivalente al que se le exige a cualquier proyecto industrial. Y hasta el año 2008 la elección de la tecnología de generación era libre.

En el año 2008, sin embargo, el Congreso cambió la ley, imponiéndole a los generadores la obligación de abastecer con energía generada con ERNC una parte de sus contratos con distribuidoras y clientes libres⁵. La cuota partiría en 5% entre los años 2010 y 2014 y luego iría aumentando en 0,5 puntos porcentuales cada año, hasta llegar a 10% en el año 2024. Sin embargo, en el año 2013, el Congreso modificó y aumentó la cuota⁶. Así, en el año 2015, la obligación aumentó a 6,5%, llegará a 12% en el año 2020 y a 20% en el año 2025.

Con todo, el aumento de la generación con ERNC seguramente será un poco más lento. En efecto, la obligación afecta solamente a los contratos pactados después del 31 de julio del año 2013. Por eso, la CNE estima que, para el SIC, al año 2020 poco menos de 8% de la energía deberá ser suministrada con ERNC, porcentaje que aumentará a 14% en el año 2025. Por la misma razón, en el SING, alrededor de 9% de la energía deberá ser suministrada con ERNC en el año 2020, porcentaje que aumentará a poco más de 18% en el año 2025.

FIGURA 2.5
Obligación de generación con ERNC en el SIC y SING 2015-2027
Porcentaje de la generación total



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la ley N°20.698 y CNE.

5 Ley N°20.277. La ley define que las ERNC incluyen a centrales hidroeléctricas cuya capacidad instalada no excede los 40 MW (aunque a partir de los 20MW se considera como ERNC solo una proporción de la potencia), la energía solar, la energía eólica, la biomasa, la geotermia y la energía mareomotriz.

6 Ley N°20.698.



Transmisión en alta tensión

La ley separa a la transmisión en tres segmentos, transmisión troncal, transmisión adicional y sub-transmisión. Así, los sistemas troncales están compuestos por líneas y subestaciones eléctricas en alta tensión que permiten transmitir grandes cantidades de energía para abastecer grandes bloques de consumo. Los sistemas de sub transmisión son las líneas y subestaciones eléctricas que usa una distribuidora para abastecer a grandes consumidores dentro de sus zonas de concesión. Por último, las líneas adicionales son para retirar energía del troncal y abastecer a grandes consumidores o bien para conectar a una central al sistema troncal o de sub-transmisión. Por ejemplo, la línea que interconectará el SIC con el SING entre Mejillones y Cardones es una línea adicional.

La ley obliga a dar acceso abierto a las líneas de transmisión troncales y de sub transmisión si existe capacidad técnica disponible, según lo determine el CDEC. Por contraste, la regla general es que el uso de las líneas adicionales se rige por contratos privados entre las partes, a menos que las líneas usen servidumbres bajo una concesión eléctrica o bienes nacionales de uso público, en cuyo caso también deben dar acceso abierto.

La regulación de la transmisión

Antes de la Ley Corta 1 del año 2004 (ley N°19.940), cada generador decidía dónde instalar una nueva central y contrataba las ampliaciones o nuevas líneas que se necesitaban negociando bilateralmente con la empresa de transmisión. Así, la transmisión seguía a la generación y, los pagos de cada generador, se fijaban en una negociación bilateral regulada por la ley.

Para que funcione, esta manera de expandir la transmisión requiere coordinar apropiadamente a generadores y transmisores y distribuir claramente los pagos entre generadores. Sin embargo, por diversas razones, el método de las áreas de influencia, que debía identificar el uso de las líneas y asignar los pagos entre generadores, no fue suficientemente claro y hubo varias disputas. Estas pugnas convencieron al Gobierno de la época de que convenía intervenir en la planificación de la transmisión.

En gran medida, la Ley Corta 1 del año 2004 mantuvo la idea de asignar el costo de la red por uso. Sin embargo, la identificación de las nuevas líneas quedó en manos de un estudio de planificación que ejecuta cada cuatro años un consultor dirigido por la CNE. Las ampliaciones de líneas incluidas en el plan de expansión obligan a los dueños de instalaciones y las nuevas líneas se licitan competitivamente. La regulación le asegura al transmisor recuperar su inversión sin riesgo comercial y rentando sus activos 10% real.

Con todo, el estudio de expansión recomienda nuevas líneas y ampliaciones a medida que se van instalando centrales. Por eso, la lógica sigue siendo que la transmisión sigue a la generación. Al mismo tiempo, las líneas se siguen tarifando por uso. Esto hace que generadores concretos paguen parte de los errores de planificación, lo que seguramente impone cierta disciplina y preocupación por costos y eficiencia.

El modelo de la nueva ley: la generación sigue a la transmisión

Antes de seguir, conviene mencionar que actualmente se discute una nueva ley de transmisión. Su finalidad es que las líneas se construyan con holguras, esperando la conexión de los nuevos generadores, y que los consumidores las paguen de inmediato mediante un estampillado, un cargo único por kilowatt-hora de energía consumida.

Este enfoque, que ha sido usado en Europa y en los Estados Unidos, es de planificación central. El regulador conjetura en donde se instalarán las nuevas centrales, decide la capacidad de las nuevas líneas, y luego, las licita. Seguramente, se invierte más en transmisión y la red de potencia opera más holgada. El beneficio sería menos congestión y competencia más intensa entre generadores, los que, supuestamente, ya no tendrán que preocuparse de la transmisión. Los errores de planificación los paga directamente el consumidor, lo cual, seguramente, introduce un sesgo pro inversión en transmisión.

Distribución de electricidad a clientes finales

Las empresas distribuidoras son monopolios regulados que mantienen concesiones de servicio público de duración indefinida y tienen obligación de servicio dentro de su área de concesión. En el año 2014, tenían poco más de seis millones de clientes y distribuyeron poco más de 35.000 GWh, alrededor de 50% de la energía eléctrica producida ese año en Chile.

Las tarifas de distribución tienen dos partes. Una, remunera las instalaciones de distribución, y la CNE la fija cada cuatro años. La segunda parte de la tarifa paga el precio de la energía y la potencia que las distribuidoras le compran regularmente a generadores y le traspasan a sus clientes. El precio de la energía y la potencia se determina en licitaciones donde se subastan contratos de abastecimiento cuyo plazo se puede extender hasta 20 años. Si bien las distribuidoras administran la licitación, la CNE escribe las bases de licitación y determina las condiciones de contratación desde el cambio de ley en el año 2015⁷.

7 Ley N°20.805.



3 | SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

DEMANDA ACTUAL Y CAPACIDAD EN 2015

La capacidad de generación eléctrica instalada en el SIC y en el SING a fines del año 2015 se compone de manera disímil. En el primero, 86,9% de los 16.165 MW instalados son convencionales: grandes centrales hidroeléctricas (39,5%), centrales a carbón (10,7%), ciclos combinados a gas natural (12,9%) y turbinas diésel (23,8%). En el segundo, 93,7% de los 4.200 MW instalados son convencionales: centrales a carbón (50%), ciclos combinados a gas natural (35%) y turbinas diésel (8,7%).

En ambos sistemas, la capacidad instalada supera con holgura a la cantidad máxima de potencia requerida por los usuarios.

En efecto, en el año 2015 la carga máxima del SIC fue 7.280 MW (poco menos de la mitad que la capacidad instalada). En parte, este aparente exceso de capacidad se debe a que en un sistema con participación alta de la generación hidráulica deben instalarse reservas para usarlas durante los años secos. En parte, también, la holgura se debe a que en Chile se paga por capacidad y por eso conviene mantener turbinas diésel instaladas, aunque se usen poco. En realidad, en el SIC, el diésel es poco menos de un cuarto de la capacidad instalada⁸.

En el SING, un sistema térmico, la capacidad instalada, 4.200 MW, también excede a la carga máxima de 2.372 MW en el año 2015. Sin embargo, en este, la gran diferencia entre la capacidad instalada y la carga máxima se debe a la llegada del gas natural argentino hace casi 20 años y su posterior desaparición a mediados de la década pasada. Como ya se mencionó con anterioridad, cuando llegó el gas natural se instalaron varios ciclos combinados y se apagaron las centrales a carbón. Sin embargo, las centrales a carbón se volvieron a encender en el año 2006, cuando se cortó el suministro de gas por parte de Argentina. Por un tiempo, los ciclos combinados funcionaron con diésel, pero eventualmente su utilización decayó. El resultado al día de hoy corresponde a que el SING mantiene mucha capacidad todo el tiempo.

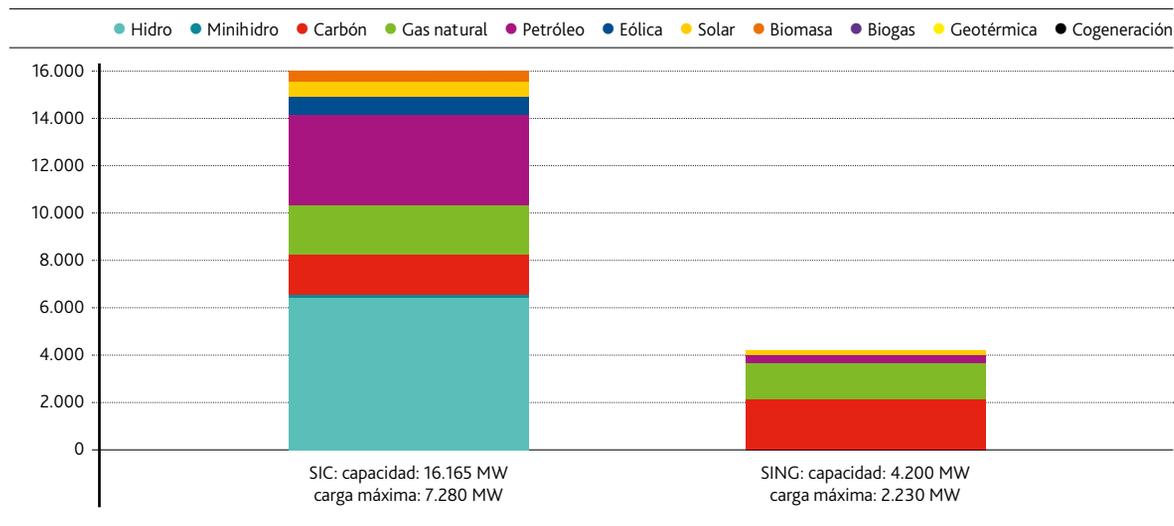
Así, a pesar de que la capacidad instalada en el SIC y el SING excede con holgura a la carga máxima, y al contrario de lo que parecía en el año 2013, hoy se está invirtiendo abundantemente en centrales eléctricas.

En efecto, a fines del año 2015, en el SIC, se estaban construyendo 3.098 MW, los que aumentarán la capacidad instalada en casi 20%. Y, en el SING, se estaban construyendo 2.070 MW, los que aumentarán la capacidad instalada en casi 50%.

8 Al lector podría llamarle la atención que siendo abundante la capacidad, la licitación de distribuidoras de 2013 se haya declarado desierta. Esto ocurrió porque aunque la potencia instalada era abundante, una buena parte eran turbinas diésel, y en ese momento esta generación era más cara que los precios techo que imponía la autoridad en cada licitación.

El exceso de capacidad instalada, en parte, obedece a que la ley N°20.698 obliga a que en el año 2020, 12% de la energía suministrada mediante contratos firmados desde agosto del año 2013, sea generada por energías renovables no convencionales (ERNC), fracción que aumentará hasta 20% en el año 2025⁹. De hecho, poco más de un tercio de los 3.098 MW que se están construyendo en el SIC son centrales solares. Si se le suman los proyectos eólicos y las centrales mini-hidroeléctricas en construcción, se llega a que 42,5% de los MW en construcción son ERNC¹⁰. Pero, al mismo tiempo, también se está invirtiendo en centrales convencionales hidráulicas (1.065 MW), a carbón (375 MW) y gas natural (273 MW)¹¹.

FIGURA 2.6
Capacidad instalada en el SIC y el SING al 2015 (MW)



Fuente: Elaboración propia con datos CDEC y CCHC.

Por su parte, en el SING, el panorama es similar. De un lado, casi 50% de los 2.070 MW que se están construyendo son centrales solares. Pero, al mismo tiempo, están en construcción la central carbonera Cochrane de 472 MW y el ciclo combinado Kelar, de 517 MW.

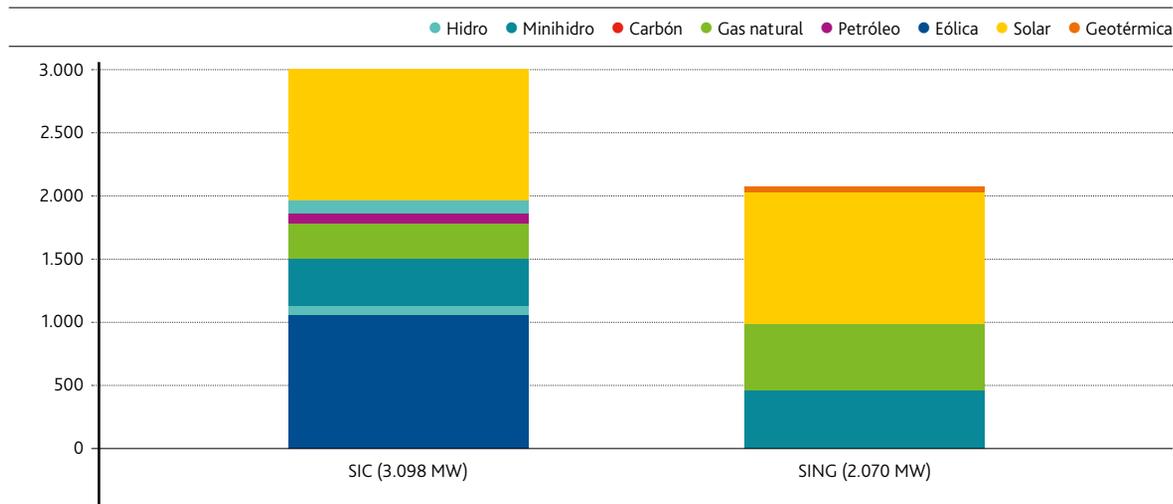
9 La ley de ERNC se describe en la subsección 2 de la sección actual.

10 Conviene mencionar que los factores de planta de las centrales solares y eólicas no superan 30%, por lo que la contribución a la energía total generada de un MW instalado es menor que la contribución de un MW instalado de agua, carbón, gas natural o diésel.

11 La central a carbón se está construyendo en Mejillones, pero su energía respaldará un contrato de suministro de distribuidoras en el SIC. Como sea, esta central debería inaugurar la interconexión SIC-SING.



FIGURA 2.7
Proyectos en construcción en el SIC y el SING al 2015 (MW)



Fuente: Elaboración propia con datos CDEC y CCHC.

En resumen, desde el año 2013, el panorama de la inversión cambió y ya no se puede afirmar que se está invirtiendo poco. Una parte importante del aumento de la inversión obedece a la construcción de centrales solares, seguramente en respuesta a la ley que fomenta a las ERNC. Pero, al mismo tiempo, también se está construyendo bastante capacidad convencional (agua, carbón y gas). En la siguiente sub sección veremos que esto tiene implicancias importantes para efectos de las necesidades de inversión en centrales eléctricas.

DESCRIPCIÓN DE BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

Las necesidades de inversión entre los años 2016 y 2025 dependen del crecimiento del consumo de electricidad, la capacidad de generación actualmente disponible, de los proyectos actualmente en construcción y del costo de inversión y operación de las tecnologías disponibles. Mientras mayor sea el crecimiento del consumo de electricidad, mayor será el requerimiento de inversión en infraestructura en generación, transmisión y distribución.

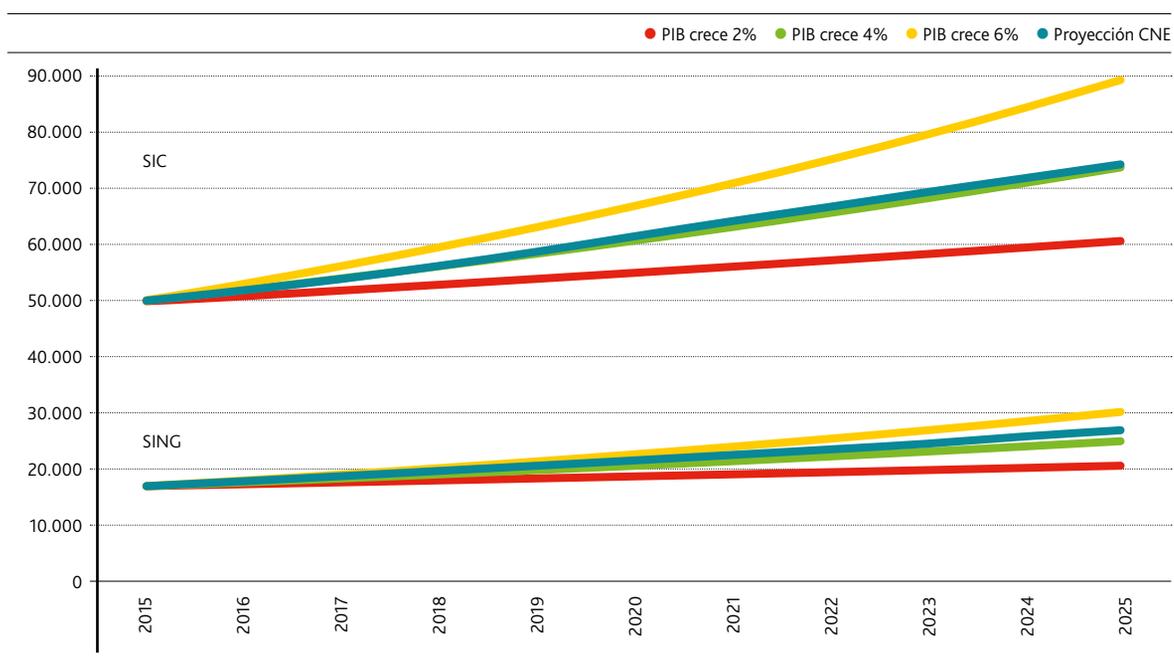
El modelo minimiza el costo de abastecer el consumo eléctrico y ajusta la proyección del consumo al precio de la electricidad. Al mismo tiempo, determina la composición de la inversión considerando la disponibilidad de tipos de generación, el costo de desarrollar proyectos mediante inversiones y el costo relativo de los combustibles necesarios para generar la electricidad (carbón, gas natural y diésel).

Proyecciones del consumo de la energía

El pivote de una estimación de necesidades de inversión es el crecimiento del consumo de energía eléctrica, el que depende tanto del crecimiento del PIB como de la evolución de su precio. Respecto de este último, los estudios muestran que la cantidad demandada de electricidad, tanto de hogares como industrias, responde al precio.

Proyectar el crecimiento del PIB a 10 años, sin embargo, es un ejercicio incierto en el mejor de los casos y sujeto a grandes errores. Por eso, no examinamos un solo escenario de crecimiento de la demanda. Por el contrario, tanto en el caso del SIC como del SING, estimamos las necesidades de inversión bajo cuatro escenarios distintos. Uno es la proyección que la CNE publica en su Informe de precio de nudo. Los restantes son sendos ejercicios que suponen que el PIB aumentará cada año a 2%, 4% y 6%, que la elasticidad-PIB de la demanda por energía eléctrica es igual a 1 (es decir, si el PIB crece en 2% la demanda aumentará también en 2%), y que la elasticidad-precio de la demanda residencial y comercial es 0,39, y de la demanda industrial es 0,46. Una vez supuesta la tasa de crecimiento del PIB y la evolución del precio de los combustibles, estimamos la evolución de los precios de la electricidad y las inversiones necesarias para producir la cantidad demandada cada año.

FIGURA 2.8
Crecimiento del consumo de la electricidad SIC y SING, 2015-2025
 GWh



Fuente: Elaboración propia.



El crecimiento del consumo eléctrico total en el SIC y en el SING entre los años 2015 y 2025 se basa en cada una de las cuatro proyecciones. Si el PIB creciera 6% todos los años, el consumo de electricidad en el SIC aumentaría desde unos 50.000 GWh en el año 2015 hasta unos 90.000 GWh en el año 2025, alrededor de 80%.

Por contraste, si el PIB crece solo 2% todos los años, el consumo en el año 2025 será 60.000 GWh, apenas unos 10.000 GWh más que en el año 2015. Destaca, a su vez, que la proyección de la CNE es muy parecida a suponer que el PIB crecerá un poco más rápido que 4%. Por otro lado, la proyección del consumo en el SING, entre los años 2015 y 2025, depende esencialmente de la actividad minera, por lo que quizás la manera más apropiada de estimar la evolución futura del consumo es preguntándole a las empresas mineras qué proyectos se construirán y cuáles serán sus necesidades de energía. Eso es lo que hace regularmente la CNE y la línea continua es su proyección. Tal como en el SIC, la proyección de la CNE es parecida a suponer que el PIB crecerá un poco más rápido que 4% todos los años.

Recursos disponibles y los costos de inversión

Como se vio en la sección anterior, las fuentes convencionales de energía eléctrica en Chile son la hidroelectricidad, el carbón, el gas natural y el petróleo.

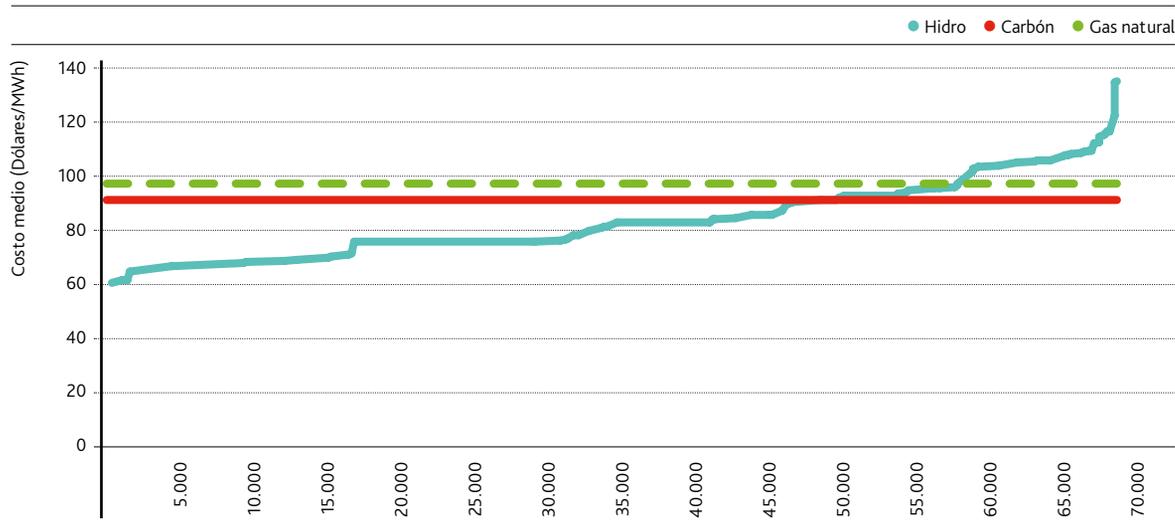
La disponibilidad de generación hidroeléctrica en el SIC varía a distintos costos por MWh. Teniendo en cuenta la energía disponible en GWh por año, y el costo por MWh generado sumando inversión y, en el caso del carbón y el GNL, el combustible, se puede observar la variabilidad del costo por generación según la energía disponible. Para el caso de la generación hidroeléctrica, la curva de oferta se construye con la información sobre patentes de derechos de agua disponible en la Dirección General de Aguas¹².

En el SIC, se podrían desarrollar proyectos hidroeléctricos para producir unos 70.000 GWh cada año. Esta cantidad de energía es considerable, si se considera que en el año 2014 se generaron en el SIC unos 50.000 GWh en total. A su vez, el costo por MWh del carbón corresponde a US\$90 por MWh, y del gas natural licuado a US\$97 por MWh. Por lo tanto, según el costo variable asociado a la generación basada en hidroelectricidad, se podrían generar entre 45.000 y 60.000 GWh a menor costo que el carbón y el gas natural licuado.

Por lo tanto, se deduce que por un buen tiempo en Chile se debería invertir mayoritariamente en agua, luego en carbón o quizás en GNL. Por contraste, el costo por MWh del diésel es mucho mayor (su costo variable es cercano a US\$200/MWh) y, por eso, se trata una tecnología que sirve para respaldo, mas no para expandir el sistema y producir la así llamada “base”.

12 Cada derecho se georreferenció y, con su caudal y factor de disponibilidad, se estimó la energía que podría generar cada año. La curva de disponibilidad de generación hidroeléctrica no incluye a HidroAysén, porque entendemos que el Gobierno decidió no autorizar el proyecto, decisión que permanece vigente por periodo indefinido.

FIGURA 2.9
Costo medio y disponibilidad de recursos para la generación
 Costo medio (Dólares/MWh) / GWh por año



Fuente: Elaboración propia y en base a DGA.

TABLA 2.2
Costos de las tecnologías de generación

	Convencionales				ERNC				
	Hidro	Carbón	GNL	Diésel	Minihidro	Solar FV	Viento	Biomasa	Biogás
Central (US\$7kW)	3.200 ¹	3.000 ¹	1.300 ¹	686 ²	3.200 ¹	2.100 ¹	2.200 ¹	4.174 ²	3.071 ²
Transmisión (US\$/kW) ³	497 ³⁻⁴	37 ⁵	37 ⁵	37 ⁵	1.813 ⁴	388 ⁶	230 ⁶	611 ⁶	610 ⁶
O&M (US\$/kW-año) ⁷	14	38	16	7	14	25	40	107	107
Combustible (US\$/MWh)	-	37	75	198	-	-	-	-	-

Notas: (1) Fuente: Informe definitivo de precios de nudo del SIC de octubre de 2015 de la CNE. Suponemos que el costo por kW invertido en centrales minihidro es igual al costo por kW invertido de las centrales hidroeléctricas. (2) Fuente: Annual Energy Outlook 2015 de la EIA. (3) Fuente: Elaboración propia en base a Informe de valor nuevo de reemplazo de 2009 del CDEC-SIC. (4) Fuente: Elaboración propia en base a información contenida en la base de datos de derechos de agua no consuntivos de la DGA. Suponemos que cada proyecto hidroeléctrico se conecta a la subestación más cercana del sistema de transmisión troncal al voltaje que minimiza el costo total de la conexión. (5) Los costos de transmisión implican un costo monómico igual a US\$0,5/MWh; para calcularlo se supuso que el factor de planta es 90%. (6) Para calcular los costos de transmisión se supuso que la distancia promedio entre la central y el sistema de transmisión es 3 Km, que el tamaño promedio de la central es 50MW (eólica), 20MW (solar FV) y 10MW (biomasa y biogás), que el costo de la línea de transmisión es US\$ 44.699/km-año y que el costo del transformador es 338.408 + 17.517 x MW dólares por año. (7) Fuente: Annual Energy Outlook 2015 de la EIA.



Disponibilidad y costo de las ERNC

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, durante los próximos 10 años la generación con tecnologías convencionales será complementada con ERNC, cuya participación debe llegar a 20% en el año 2025. Entre estas se cuentan las minicentrales hidroeléctricas, la energía solar, la energía eólica, la biomasa y el biogás.

La disponibilidad de centrales minihidro también se estimó con la información de la DGA, resultando en que existen proyectos para generar unos 5.000 GWh con centrales minihidro, aunque el costo por MWh de una parte excede al costo de otras alternativas. En general, las ERNC más baratas son una parte de las centrales minihidro, una parte de la biomasa y las centrales solares fotovoltaicas. En la práctica, buena parte de la inversión en ERNC es en energía solar, la mayoría fotovoltaica.

Necesidades de inversión en generación

Sabemos que actualmente se están construyendo varias centrales, tanto en el SIC como en el SING. Quizás lo que más llama la atención es el gran número de MW de capacidad solar que entrará este año, tanto en el SIC como en el SING. Esto obedece a que los proyectos solares, así como los de viento, se construyen en no más de dos años, en parte porque todavía no suelen despertar la oposición de las comunidades. De manera similar, en el SING toda la capacidad convencional en carbón (Cochrane, 236 MW) y gas natural (Kelar, 517 MW) entrará en funcionamiento durante el año 2016, pues se trata de proyectos en gestación y construcción desde hace tres o cuatro años. En el SIC, por contraste, la entrada de la mayoría de las centrales convencionales en construcción se proyecta para el año 2017 (387 MW) y, sobre todo, para el año 2018 (1.056 MW).

TABLA 2.3
Capacidad en construcción en el SIC y su año de entrada (MW)

Año de entrada	Convencionales					ERNC				Total	
	Hidro	Carbón	GNL	Diésel	Total	Mini hidro	Solar	Viento	Geo térmica		Total
2016	28	-	-	70	98	18	715	112	-	845	943
2017	136	-	251	-	387	-	50	-	-	50	437
2018	681	375	-	-	1.056	-	-	-	-	0	1.056
2019	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
2020	160	-	-	-	160	-	-	-	-	0	160
Total	1.005	375	251	70	1.701	18	765	112	-	895	2.595
Particip.	59,1%	22,0%	14,7%	4,1%	100%	2,0%	85,5%	12,5%	0,0%	100%	
Particip. en total	38,7%	14,4%	9,7%	2,7%	65,5%	0,7%	29,5%	4,3%	0,0%	34,5%	100%

Fuente: Elaboración propia con información del CDEC-SIC.

TABLA 2.4
Capacidad en construcción en el SING y su año de entrada (MW)

Año de entrada	Convencionales					ERNC					Total
	Hidro	Carbón	GNL	Diésel	Total	Mini hidro	Solar	Viento	Geo térmica	Total	
2016	-	236	517	-	753	-	643	-	48	643	1.024
2017	-	-	-	-	0	-	148	-	-	148	552
Total	-	236	517	-	753	-	791	-	48	839	1.592
Particip.	0,0%	31,3%	68,7%	0,0%	100%	0,0%	94,3%	0,0%	5,7%	100%	
Particip. en total	0,0%	14,8%	32,5%	0,0%	47,3%	0,0%	49,7%	0,0%	3,0%	52,7%	100%

Fuente: Elaboración propia con información del Informe definitivo de precios de nudo del SING, octubre de 2015. Santiago: CNE.

Las necesidades de inversión, entre los años 2016 y 2025, en el SIC y el SING (en MW), fueron calculadas cada una con cuatro proyecciones de crecimiento del consumo de electricidad, suponiendo dos escenarios, el primero, con centrales hidráulicas (ya no HidroAysén), y el segundo, suponiendo que no se pueden construir centrales hidráulicas convencionales (por ejemplo, por oposición exitosa de las comunidades y las ONG) y que el sistema crece con centrales a carbón¹³.

Quizás, el resultado que más llama la atención es que si el PIB crece en promedio a 2%, es innecesario invertir en generación convencional, y solo es necesario agregar 327 MW de ERNC en el SIC y 137 MW en el SING para que entren en funcionamiento entre los años 2021 y 2025. En realidad, en el SING es innecesario invertir en más capacidad convencional durante los siguientes 10 años¹⁴.

Una razón tras lo anterior es, obviamente, que es innecesario invertir si el PIB se estanca. Pero de similar importancia es que hoy en día la construcción de centrales es abundante. En efecto, durante los próximos tres años la capacidad convencional del SIC crecerá en 12,5%, desde 14.089 MW hasta 15.845MW; más importante, casi todo el crecimiento es en centrales hidráulicas, a carbón o gas natural y casi no se invertirá en diésel. De manera similar, en el SING la capacidad convencional crecerá casi 25%, en carbón y gas.

13 No es claro que se puedan construir centrales a carbón en la zona central o sur de Chile. Sin embargo, la finalidad del ejercicio es estudiar la sensibilidad de las necesidades de inversión cuando las alternativas disponibles son más costosas. Cabe mencionar que, como se mencionó anteriormente, en la licitación de 2014 la generadora ECI se adjudicó un contrato respaldado con una central a carbón que construirá en Mejillones y que usará la interconexión SIC-SING.

14 Nótese que la tabla 2.5 reporta el número de MW que deben entrar en funcionamiento entre 2016 y 2025 para abastecer adecuadamente el consumo. En la medida que el consumo de electricidad crezca de 2026 en adelante, será necesario comenzar a construir algunas centrales antes de 2025 para que entren en funcionamiento a partir de 2026.

TABLA 2.5
Necesidades de inversión en generación en el SIC y el SING, 2016-2025 (MW)

	(1) SIC con hidro			(2) SIC sin hidro			(3) SING		
	Conven- cional	ERNC	Total	Conven- cional	ERNC	Total	Conven- cional	ERNC	Total
Capacidad disponible	14.089	2.220	16.309	14.089	2.220	16.309	3.973	289	4.262
En construcción	1.756	1.208	2.964	1.756	1.208	2.964	969	1.042	2.011
Total	15.845	3.428	19.273	15.845	3.428	19.273	4.942	1.331	6.273
Pib crece 2%									
2016 -2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021 -2025	-	327	327	-	327	327	-	137	137
Pib crece 4%									
2016 -2020	568	-	568	-	-	-	-	-	-
2021 -2025	814	628	1.442	-	561	561	-	369	369
Pib crece 6%									
2016 -2020	1.951	-	1.951	-	-	-	-	-	-
2021 -2025	1.198	1.112	2.310	1.017	1.014	2.032	-	701	701
Proyección CNE									
2016 -2020	752	-	752	-	-	-	-	-	-
2021 -2025	682	643	1.325	-	583	583	-	513	513

Fuente: Elaboración propia.

También llama la atención que las inversiones necesarias para cumplir con las obligaciones de ERNC no son abundantes y solo se necesitan entre 2021 y 2025. En realidad, aun si el PIB creciera 6% todos los años, escenario de probabilidad pequeña, solo sería necesario invertir 1.112 MW en ERNC, menos de lo que se está construyendo hoy en capacidad solar. Así, es probable que en el futuro cercano termine el auge de inversión en ERNC que hoy viven el SIC y el SING.

Si el PIB volviese a crecer rápido en el próximo decenio, tal como lo supone la CNE, o a 4% o a 6%, sería necesario invertir más, pero solo si se pueden construir centrales hidráulicas.

Por ejemplo, con la proyección de la CNE, sería necesario agregar 752 MW convencionales entre los años 2016 y 2020 y 682 MW más entre los años 2021 y 2025, todos hidráulicos. En cambio, si el PIB creciera 6%, sería necesario agregar 1.951 MW convencionales entre los años 2016 y 2020 y 1.198 MW más entre los años

2021 y 2025, también todos hidráulicos. Por el contrario, si no se pueden construir proyectos hidráulicos, solo se necesitan construir 1.017 MW de carbón entre los años 2021 y 2025 y solo si el PIB crece 6% todos los años. La razón es porque la electricidad generada con centrales a carbón es más cara, el precio de la electricidad es más alto y la cantidad consumida crece más lento. Esta es una lección importante: todo lo demás constante, las “necesidades de inversión” son menores si la electricidad es más cara.

Necesidades de inversión en transmisión

La expansión económica del sistema de transmisión no depende solamente del crecimiento de la cantidad generada, sino también de la ubicación de las centrales que se instalan para abastecerlo. Por eso, la estimación de la inversión necesaria es un ejercicio que requiere modelar con detalle el sistema de transmisión. Eso es lo que hacen periódicamente los CDEC y, por eso, la manera más directa de estimar las necesidades de inversión es revisando sus actualizaciones periódicas al estudio de transmisión troncal y las obras que proponen.

En su reciente propuesta de expansión del sistema troncal, el CDEC SIC recomienda acometer 14 obras por 96 millones de dólares para que estén disponibles entre los años 2016 y 2020, y siete obras que suman 251 millones de dólares para que estén disponibles entre los años 2021 y 2025, entre ellas una nueva línea que une Maitencillo en la V Región con Pan de Azúcar en la III Región, por 107 millones de dólares y otra en el Sur por 130 millones de dólares¹⁵.

De manera similar, el CDEC-SING recomienda acometer 15 obras por 87 millones de dólares para que estén disponibles entre los años 2016 y 2020, y dos obras que suman 65 millones de dólares para que estén disponibles entre los años 2021 y 2025. Además, propone tres obras de transmisión adicional y cuatro de sub transmisión para que estén disponibles entre los años 2016 y 2021, las que suman inversiones por 68 millones de dólares¹⁶.

Adicionalmente, el plan de expansión del sistema troncal de la CNE incluye obras para interconectar al SIC y el SING. Una de ellas es la construcción de líneas que suman 143 km que unirán Crucero, ubicada unos 70 km al interior de Tocopilla, con Los Changos, en Mejillones. La CNE estima que estas obras cuestan 174 millones de dólares y pronostica que entrará en servicio a más tardar en el año 2021.

La segunda línea de interconexión une la barra de Los Changos en Mejillones con Cardones en la III Región en el SIC. Esta línea se extiende por unos 600 km y requiere invertir unos 700 millones de dólares. Originalmente, había sido concebida como una línea adicional con capacidad de 750 MVA, pero el Gobierno juzgó que el trazado es apropiado para interconectar el SIC con el SING y decidió incluirla en el troncal, pero con capacidad de 1.500 MVA.

15 Véase “Propuesta: plan de expansión del sistema de transmisión troncal 2015”, informe final, Santiago, CDEC-SIC, 2015.

16 Véase “Propuesta de expansión del sistema de transmisión del SING”, informe final, Santiago, CDEC-SING, 2015.



Necesidades de inversión en distribución

Las redes de distribución se diseñan para entregar la cantidad demandada de potencia durante la hora de carga máxima del año. A medida que crece la demanda por energía, también crece la carga máxima durante la hora punta y ese crecimiento determina el monto de inversión necesario en redes de distribución.

El estudio de valor agregado, que encarga cada cuatro años la CNE para fijar las tarifas de las distribuidoras eléctricas, estima la relación entre la capacidad de una red de distribución y la potencia demandada por la distribuidora en alta tensión. Para estimar la necesidad de inversión en distribución en el SIC y el SING, usamos la relación estimada por el estudio de valor agregado de distribución del año 2012, a los sucesivos aumentos proyectados del consumo de clientes de distribuidoras en el SIC y el SING entre los años 2016 y 2025¹⁷.

Como era de esperar, las necesidades de inversión en distribución dependen de cuán rápido crezca el PIB. En un extremo, si el PIB crece 2%, en el SIC se necesitarán 723 MW adicionales de capacidad entre los años 2016 y 2020 y otros 474 MW más entre los años 2021 y 2025, los que suman unos 850 millones de dólares de inversión. Al otro extremo, si el PIB creciera a 6% todos los años, se necesitarán 1.947 MW adicionales de capacidad entre los años 2016 y 2020 y otros 1.185 MW más entre los años 2021 y 2025, los que sumarían poco menos de 2.900 millones de dólares.

Las inversiones necesarias en el SING muestran la misma regularidad, pero son un orden de magnitud menor que las inversiones necesarias en el SIC. Esto se debe a que el consumo de clientes regulados en el SIC es casi 20 veces el consumo de los clientes regulados del SING.

En el agregado, si el PIB crece 2%, entre 2016 y 2015 se necesita invertir 3.071 millones de dólares en el SIC y otros 621 millones de dólares en el SING. Si se le suma la interconexión del SIC con el SING (847 millones de dólares), se llega a 4.539 millones de dólares, alrededor de 1,5% del PIB. Nótese que las necesidades de inversión son las mismas, independientemente si se pueden construir centrales hidráulicas, porque si el PIB crece lento no es necesario invertir en centrales convencionales.

Si el PIB creciera más rápido, las necesidades de inversión son mayores, pero dependen de la forma en cómo crezca la generación en el SIC. En efecto, si el PIB crece 4% todos los años y se puede invertir en generación hidroeléctrica, las necesidades de inversión en el SIC suman 10.318 millones de dólares. En contraste, si no se puede invertir en centrales hidroeléctricas, el monto necesario cae a menos de la mitad, 4.658 millones de dólares.

17 Como se dijo, el modelo estima el crecimiento del consumo de energía de cada sistema. El consumo de clientes regulados se estimó aplicándole la fracción promedio observada en cada sistema. La carga máxima de clientes regulados durante cada año se obtuvo aplicando los factores de carga promedio observados en el SIC y el SING de clientes regulados, distinguiendo entre residenciales y el resto.

TABLA 2.6
Necesidades de inversión en distribución en el SIC y el SING, 2016-2025
 MW y millones de dólares

	(1) SIC con hidro		(2) SIC sin hidro		(3) SING	
	MW	Dólares	MW	Dólares	MW	Dólares
Pib crece 2%						
2016 -2020	723	\$524	723	\$524	44	\$36
2021 -2025	474	\$344	474	\$344	28	\$24
Pib crece 4%						
2016 -2020	1.281	\$929	1.185	\$859	88	\$72
2021 -2025	1.185	\$859	971	\$704	45	\$37
Pib crece 6%						
2016 -2020	1.947	\$1.412	1.572	\$1.140	109	\$89
2021 -2025	2.030	\$1.472	2.019	\$1.464	107	\$87
Proyección CNE						
2016 -2020	1.365	\$989	1.223	\$887	90	\$74
2021 -2025	1.150	\$834	952	\$690	79	\$65

Fuente: Elaboración propia con datos de *Informe de precios de nudo* de octubre de 2015 y el estudio de valor agregado de distribución de 2012.
 Nota: Se supuso que una distribuidora del SIC debe invertir US\$ 725.000 por MW de potencia adicional distribuida. De manera similar, se supuso que una distribuidora del SING debe invertir US\$ 820.000 por MW de potencia adicional distribuida. En ambos casos ignoramos la modesta economía de escala que reporta el estudio de valor agregado de distribución.

De manera similar, si el PIB crece 6% todos los años y se puede invertir en generación hidroeléctrica, las necesidades de inversión en el SIC suman 20.318 millones de dólares. Por contraste, si no se puede invertir en centrales hidroeléctricas, caen a poco más de la mitad, 11.055 millones de dólares.

Tal como se puede apreciar, las necesidades de inversión son menores: 621 millones de dólares si el PIB crece 2% todos los años, 1.248 millones de dólares si el PIB crece 4% todos los años y 2.142 millones de dólares si el PIB crece 6% todos los años.

En resumen, si se suman las inversiones en los dos sistemas, más las que se harán para interconectar al SIC con el SING, el rango va desde 4.539 millones de dólares si el PIB crece 2% todos los años, hasta 23.390 millones de dólares si el PIB crece 6% todos los años si se puede invertir en centrales hidroeléctricas sin trabas. Entre medio, si se materializara la proyección de crecimiento del consumo de la CNE, sería necesario invertir 13.101 millones de dólares si se puede invertir en centrales hidráulicas, y 7.254 millones de dólares si no se puede invertir en centrales hidráulicas.

TABLA 2.7
Necesidades de inversión en el SIC y el SING, 2016-2025
 Millones de dólares

	(1) SIC con hidro			(2) SIC sin hidro			(3) SING					
	Generac.	Transmic.	Distrib.	Total	Generac.	Transmic.	Distrib.	Total	Generac.	Transmic.	Distrib.	Total
Plb crece 2%												
2016-2020	-	\$96	\$524	\$620	-	\$96	\$524	\$620	-	\$155	\$36	\$191
2021-2025	\$1.856	\$251	\$344	\$2.451	\$1.856	\$251	\$344	\$2.451	\$341	\$65	\$24	\$430
Total	\$1.856	\$347	\$868	\$3.071	\$1.856	\$347	\$868	\$3.071	\$341	\$220	\$60	\$621
Plb crece 4%												
2016-2020	\$2.099	\$96	\$929	\$3.124	-	\$96	\$859	\$955	-	\$155	\$72	\$227
2021-2025	\$6.084	\$251	\$859	\$7.194	\$2.748	\$251	\$704	\$3.703	\$919	\$65	\$37	\$1.021
Total	\$8.183	\$347	\$1.788	\$10.318	\$2.748	\$347	\$1.563	\$4.658	\$919	\$220	\$109	\$1.248
Plb crece 6%												
2016-2020	\$7.212	\$96	\$1.412	\$8.720	-	\$96	\$1.140	\$1.236	-	\$155	\$89	\$244
2021-2025	\$9.929	\$251	\$1.472	\$11.652	\$8.100	\$251	\$1.464	\$9.815	\$1.745	\$65	\$87	\$1.897
Total	\$17.141	\$347	\$2.883	\$20.371	\$8.100	\$347	\$2.604	\$11.051	\$1.745	\$220	\$177	\$2.142
Proyección CNE												
2016-2020	\$2.778	\$96	\$989	\$3.863	-	\$96	\$887	\$983	-	\$155	\$74	\$229
2021-2025	\$5.672	\$251	\$834	\$6.757	\$2.849	\$251	\$690	\$3.791	\$1.276	\$65	\$65	\$1.406
Total	\$8.450	\$347	\$1.823	\$10.620	\$2.849	\$347	\$1.577	\$4.773	\$1.276	\$220	\$138	\$1.634

Fuente: Elaboración propia. La fuente de los datos de transmisión son los respectivos CDEC. Los montos de inversión en transmisión del SIC solo incluyen transmisión troncal; los montos de inversión en transmisión del SING incluyen además transmisión adicional y subtransmisión. A esos montos hay que agregarle las inversiones asociadas a la interconexión SIC-SING, unos 900 millones de dólares.

4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

Aunque quizás pueda sorprender, la principal conclusión de este trabajo es que durante los próximos 10 años se necesitan inversiones modestas en el sector eléctrico, a menos que el PIB crezca a tasas que parecen un tanto improbables. Esto es consecuencia de tres factores. Uno es que en los años 2014 y 2015 el consumo de electricidad se estancó a consecuencia del bajo crecimiento económico. Al mismo tiempo, y quizás porque hasta el año 2013 las expectativas eran distintas, durante los próximos cuatro años la capacidad de generación aumentará de manera considerable tanto en el SIC como en el SING, a medida que entren en funcionamiento las centrales actualmente en construcción. Por último, a menos que la tasa de inversión de la economía chilena se recupere, tal parece que en el mediano plazo el PIB crecerá lentamente, por lo tanto, ocurrirá lo mismo con el consumo de energía eléctrica.

De esta forma, estimamos que en el SING no será necesario invertir en capacidad de generación convencional (carbón o GNL) durante los próximos 10 años, casi independientemente de cuán rápido crezca el consumo. En el SIC, el pronóstico es similar, a menos que el PIB recupere tasas de crecimiento de a lo menos 4% por año (muy parecido a lo que supone la CNE en sus proyecciones) y que sea posible invertir sin trabas en plantas hidroeléctricas.

Se podría pensar que durante los próximos 10 años la inversión en el sector eléctrico debería ser impulsada por las ERNC. Como se dijo, 12% de la energía contratada desde agosto del año 2013 y retirada en el año 2020 deberá ser generada por ERNC, proporción que crecerá a 20% en el año 2025. Sin embargo, actualmente, tanto el SIC como el SING, viven un auge de inversiones en plantas solares fotovoltaicas y lo que ya se está construyendo es suficiente para varios años. Solo el año 2025 deberían reactivarse las inversiones en ERNC, y aun así en montos relativamente modestos. Estimamos que entre los años 2020 y 2015 será necesario invertir entre 300 y 400 MW, tanto en el SIC como en el SING, equivalentes a no mucho más de 1.000 millones de dólares en cada sistema.

Por último, si bien en el Congreso se discuten modificaciones bastante grandes a la regulación de la transmisión eléctrica, estas no modificarán el panorama descrito, en parte porque los cambios se aplicarían gradualmente durante un periodo de transición de 18 años y, por otro lado, porque las inversiones en generación siguen a la demanda, no a las líneas de transmisión. En materia de inversión en transmisión, lo más importante del periodo será la construcción de la línea que interconectará al SIC con el SING.



Transmisión eléctrica: ¿Inversión crónicamente insuficiente?¹

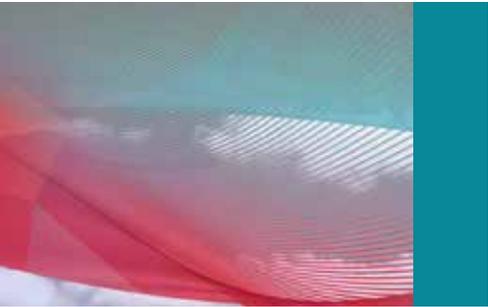


Se suele decir que la regulación chilena de transmisión eléctrica es deficiente y que se demuestra en que las principales líneas están permanentemente congestionadas². Sin embargo, en casi todas las líneas del sistema troncal del SIC la congestión es baja o nula la mayor parte del tiempo. En efecto, entre los años 2005 y 2014, las 41 líneas del sistema troncal se congestionaron, en promedio, menos de 1% de las horas, es decir, menos de 87 horas al año. De forma más general, entre los años 2005 y 2014 la congestión máxima superó 20% de las horas durante un año en apenas cinco líneas y, en 23 de las 41 líneas, la congestión máxima fue menor que 5% de las horas. Más importante aún, en 23 de las 41 líneas fue casi 0%. Se puede concluir, por tanto, que la congestión en el sistema troncal no es generalizada.

Tan solo ocasionalmente la congestión es mayor en alguna línea. El peor episodio de congestión ocurrió entre los años 2009 y 2011 cuando la línea de 309 km que conecta Ancoa y Polpaico estuvo congestionada durante 20% de las horas y que logró empinarse hasta 31,3% en el año 2011. Sin embargo, en respuesta a la congestión, la línea se amplió y ya no se congestionó. En realidad, la regla general es que la congestión desaparece bastante rápido. De hecho, en promedio, 75% de la congestión de una línea desaparece en un año, 94% a dos años y 98% desaparece al cabo de tres, lo que confirma que la congestión es episódica. De hecho, más temprano que tarde, las líneas se amplían y, como consecuencia, los episodios de congestión no son persistentes en el tiempo.

El panorama actual de la inversión en transmisión confirma lo mencionado. En octubre del año 2015, se estaban construyendo 21 proyectos de transmisión, que sumaban unos 1.800 km, entre ellos la línea adicional de 600 km en 500 kV entre Mejillones y Cardones que interconecta al SIC con el SING³.

-
- 1 Esta sección está basada en Fernando Díaz, Alexander Galetovic y Cristián Muñoz, "¿Qué tan congestionado está el sistema de transmisión troncal?" Breves de energía 07/15, 2015.
 - 2 Una línea de transmisión se congestiona cuando, aun ocupando toda su capacidad, no es capaz de transmitir toda la potencia que los generadores querrían inyectar.
 - 3 Esta línea pasará a formar parte del sistema troncal cuando se interconecten el SIC y el SING.



Capítulo 3

TELECOMUNICACIONES

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Sin duda alguna, en la actualidad, nuestras vidas serían muy distintas sin el desarrollo tecnológico de las últimas décadas y, más específicamente, en ausencia del progreso de los servicios de telecomunicaciones como agente facilitador de procesos industriales, de educación, de inclusión, entretenimiento y tantas otras actividades de la civilización moderna.

Es que, en una sociedad de la información, enfrentar adecuadamente los desafíos de esta *“era digital”* resulta clave para potenciar un desarrollo fuerte y equilibrado. En este sentido, se hace necesario avanzar en distintos frentes para fomentar el acceso y buen uso de las herramientas y tecnologías disponibles y, en particular, es requisito indispensable contar con una infraestructura adecuada, de modo de asegurar un acceso universal a los servicios de telecomunicaciones, a precios y calidades razonables para toda la población.

Según consigna el Banco Central¹, el rubro comunicaciones ha experimentado un crecimiento sostenido en el tiempo durante varios años, destacándose como uno de los principales agentes impulsores del PIB. En efecto, este rubro presenta tasas de crecimiento promedio anual de más de 7% durante los últimos años, cifra que se sitúa por sobre el crecimiento global de la economía.

1 Informe de Cuentas Nacionales del Banco Central al tercer trimestre de 2015.



Al día de hoy, en comparación con el promedio de países de la OCDE, Chile presenta una brecha superior a 50% de las conexiones de banda ancha. Este déficit, a fines del 2015, equivale a cerca de 2.000 millones de dólares en infraestructura.

La mirada a futuro resulta más desafiante aún. Los expertos proyectan que la demanda de tráfico de datos sobre las redes se multiplicará por 10 en los próximos 5 años, de tal suerte que para soportar adecuadamente este tráfico se requieren de cuantiosas inversiones. Recientemente, el Gobierno lanzó la Agenda Digital 2020, la cual identifica ambiciosas metas en materia de conectividad para aumentar la penetración de servicios de banda ancha fija y móvil a lo largo y ancho del territorio nacional para así llevarnos a niveles cercanos al resto de los países de la OCDE.

El despliegue de la infraestructura necesaria requiere de especial atención no solo en las redes de acceso fijo y móvil, sino también en las redes troncales de Fibra Óptica que deben conectar a todos los centros habitados. Se necesita ampliar en más de 12 millones los accesos a banda ancha, fijos y móviles, además de desplegar más de 30.000 Km de Fibra Óptica troncal, con una inversión total de 10.710 millones de dólares adicionales al déficit actual. La proyección hacia el 2025 a su turno, alcanza a 13.649 millones de dólares adicionales, lo que totaliza 26.346 millones de dólares para la próxima década. Todo esto, sin considerar el costo del equipamiento terminal, el cual podría duplicar la cifra anterior como costo total del sistema.

La industria, en cambio, ha invertido del orden de 19.000 millones de dólares en la última década y se proyecta un valor similar para la próxima década. Es

decir, de no mediar algún cambio significativo en la dinámica del mercado, Chile tendría un déficit de al menos 25% en la inversión en infraestructura para telecomunicaciones.

En consecuencia, nuestro país enfrenta un desafío importante en materia de inversión en infraestructura en telecomunicaciones. El despliegue de infraestructura no es solamente una cuestión de recursos, también hay una serie de condiciones que dificultan o encarecen los proyectos haciéndolos a veces inviables. De tal modo, este reto deberá ser abordado por todos los sectores involucrados: reguladores, operadores, fondos públicos, asociaciones, municipalidades y, finalmente, la ciudadanía.

De no hacernos cargo como país de esta situación, podría llevarnos no solo a tener brechas de cobertura y calidad de servicio de datos, sino que además ello podría mermar las capacidades de desarrollo y crecimiento.

TABLA 3.1
Déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica
Millones de dólares

	Déficit al 2015	2016 - 2020	2016 - 2025
Accesos Banda Ancha Fija	735	5.020	8.984
Accesos Banda Ancha Móvil	1.018	6.608	14.730
Km Fibra Troncal	234	1069	2.632
Total	1.987	12.697	26.346

Fuente: Elaboración propia.

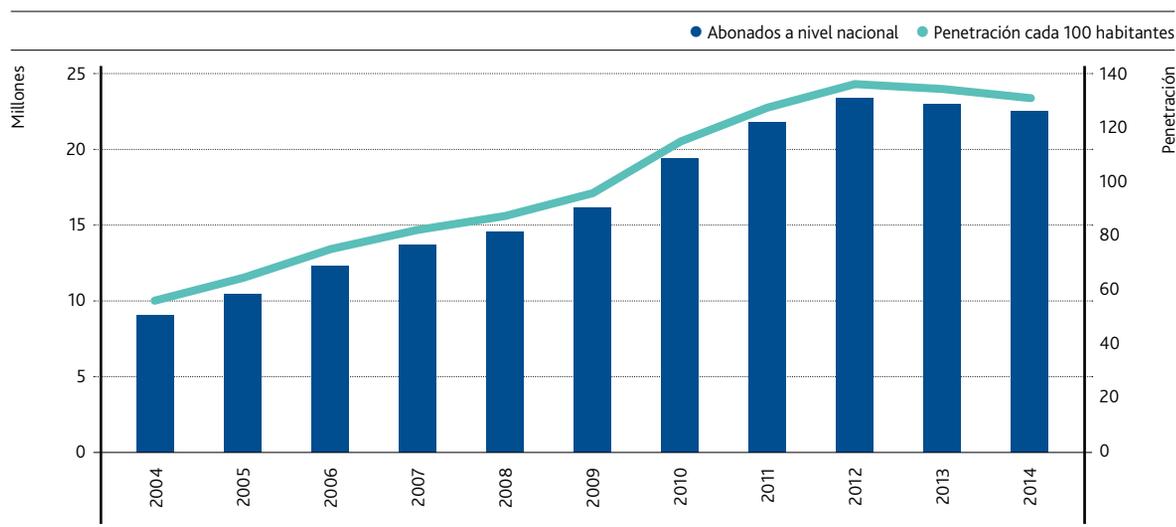


2 | RESEÑA DEL SECTOR

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

El mercado de las telecomunicaciones, en sus orígenes y hasta hace algunos años, se definió por los servicios de voz que prestaba a la población. Sin embargo, durante la última década, el rápido avance en la masificación de las tecnologías para transportar y procesar datos, sumado a una caída en el precio de equipos terminales, ha producido un estancamiento en el crecimiento del tráfico total de voz a nivel nacional. Se ha abierto, así, un espacio para la masificación de equipamiento y aplicaciones que demandan datos, utilizando incluso más recursos de red que aquellos requeridos para el transporte de la voz. De modo tal, el análisis que se presenta a continuación, se basa principalmente en los servicios y requerimientos de datos, bajo el supuesto que los servicios de voz serán fácilmente absorbidos por esta infraestructura.

FIGURA 3.1
Abonados móviles y penetración



Fuente: Subtel.

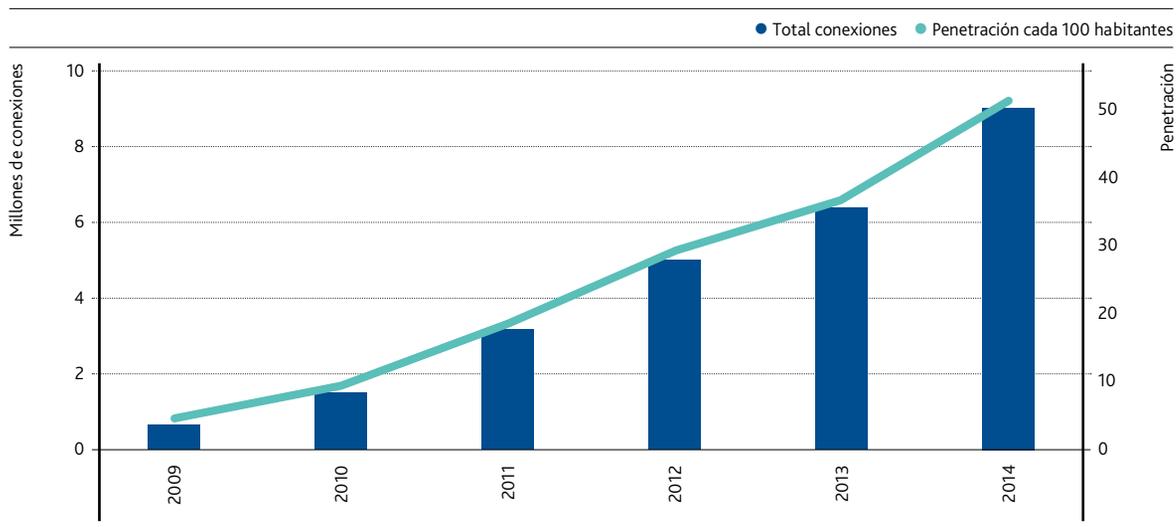
En Chile, en la última década, se avanzó desde 10% a más de 130% de penetración de servicios móviles. En otras palabras, prácticamente toda la población, en todos los segmentos socioeconómicos, accede a servicios móviles, ya sea en modalidad de prepago o contrato. Ahora bien, de este universo, un grupo de abonados han accedido a equipamiento del tipo Smartphone y requerido de servicios de Banda Ancha Móvil (BAM). Hacia

finis del año 2014, la mitad de los abonados móviles contaba con servicio de datos de banda ancha² en su equipo a través de la red móvil.

En el ámbito de la Banda Ancha Fija (BAF), nuestro país ha mantenido un crecimiento sostenido, llegando a cubrir, hacia fines del año 2014, cerca de 14% de la población, o bien, 46% de los hogares³ con acceso.

Las cifras siguientes reflejan un desarrollo sostenido del sector en los últimos años, pero es necesario utilizar criterios comparados para tener un análisis más acertado. A partir de la evidencia internacional, resulta evidente que Chile presenta un déficit de acceso importante, tanto en los servicios de banda ancha fija como también móviles. En el primero (BAF), Chile se encuentra a alrededor de 50% de la penetración promedio de los países OCDE, mientras que en el segundo, se encuentra a 61% de la OCDE. Ello, sin perjuicio que entre los años 2013 y 2014 estas brechas se redujeron marginalmente.

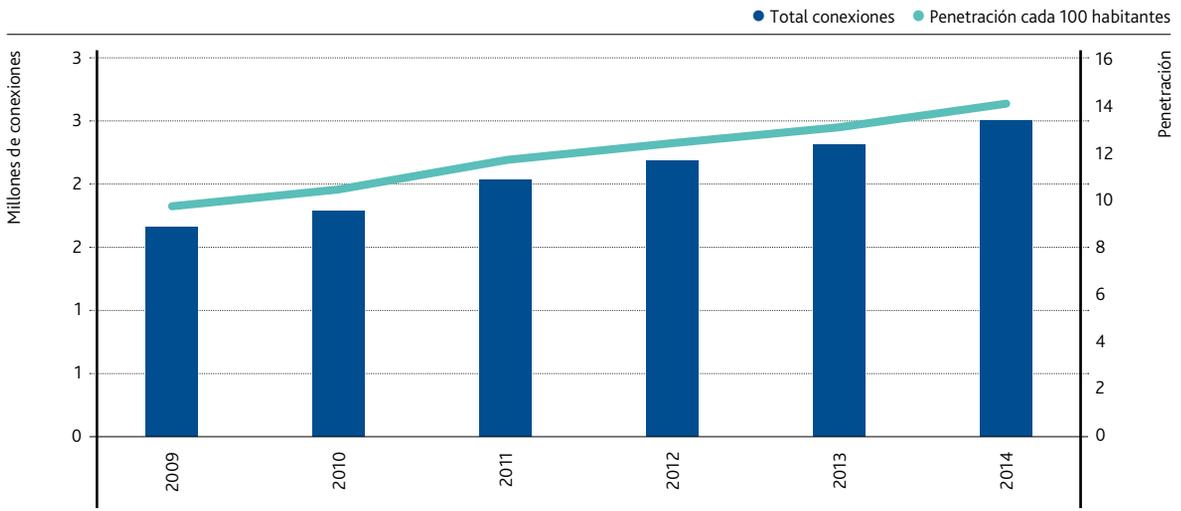
FIGURA 3.2
Conexiones de datos móviles 3G y 4G



Fuente: Subtel.

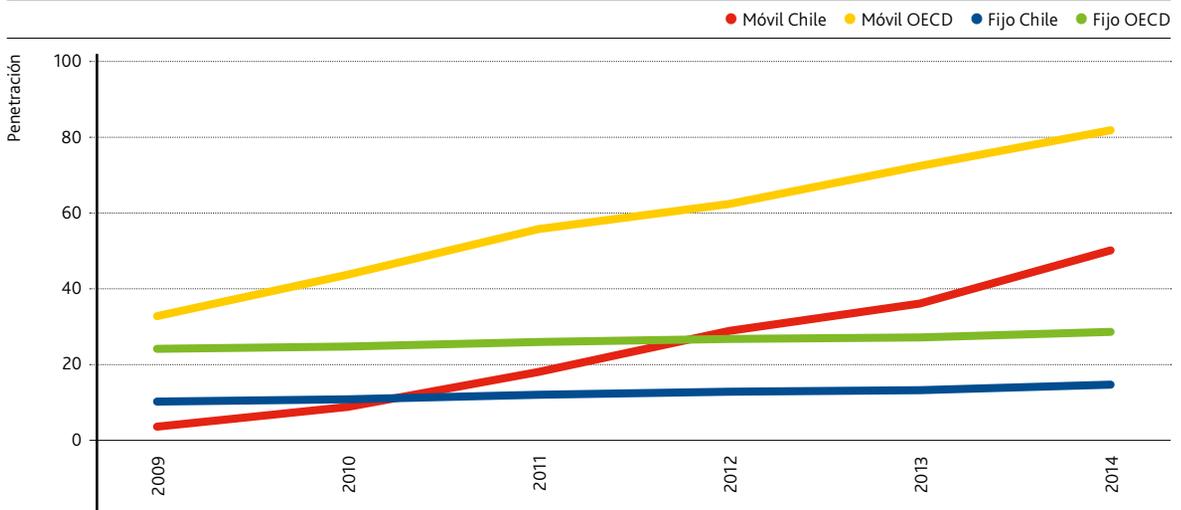
2 Según definición OCDE, banda ancha corresponde a servicios con velocidad igual o superior a 256kbps.
3 Por simplificación, se contabilizan como BAF de hogares todas las conexiones, sin perjuicio que cerca de 10% de ellas pertenecen a clientes comerciales.

FIGURA 3.3
Conexiones y penetración Internet Fija



Fuente: Subtel.

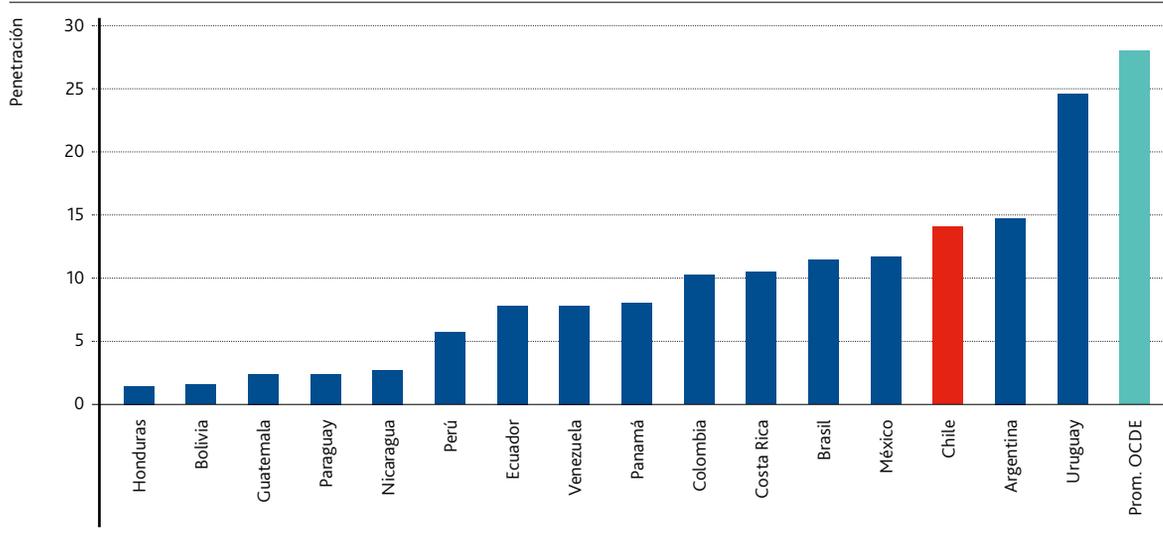
FIGURA 3.4
Benchmark de penetración de Internet por cada 100 habitantes



Fuente: Ocde.

Las cifras anteriores llaman poderosamente la atención, puesto que dejan en evidencia que nuestro país no cuenta con el desarrollo de telecomunicaciones que exhiben en promedio los países de la OCDE, lo cual puede arrastrar problemas en la productividad y capacidad competitiva del país. No obstante, cabe señalar que en relación a los países de Latinoamérica, Chile muestra un nivel de penetración de servicios de Banda Ancha Fija que solo es superado significativamente por Uruguay y ligeramente por Argentina, y, al mismo tiempo, la totalidad de países de la región se encuentran por debajo del promedio de países de la OCDE.

FIGURA 3.5
Benchmark penetración BAF cada 100 habitante en Latinoamérica al 2014



Fuente: ITU.

En Chile, las telecomunicaciones se han desarrollado siguiendo un modelo de competencia por redes, donde cada participante construye las redes de transmisión y acceso que requiere para ofrecer los servicios en los que desea participar. Sin perjuicio de lo anterior, diversos dictámenes de las instancias antimonopolios, así como normas explícitas de carácter legal, han procurado regular el acceso a determinados activos y secciones de las redes, por diversas razones, con mayor o menor éxito en el desarrollo de competidores.

Este ambiente competitivo se ha traducido en un desarrollo significativo de la infraestructura y redes de acceso en los segmentos de demanda de servicios fijos con capacidad de pago y, la oferta, en el caso de las redes móviles, se ha extendido en forma muy intensa a toda la población.



El gran desafío del futuro para la industria es mejorar la penetración de los servicios de banda ancha de alta capacidad en todo el mercado, puesto que existe consenso en cuanto a que las redes son claves para el futuro de la economía digital, la que será, por lo demás, la base del desarrollo económico en las décadas venideras.

MARCO REGULATORIO BÁSICO

La industria de las telecomunicaciones, desde sus inicios, ha sido un sector económico regulado por el Estado. Siempre se ha definido que los servicios de telecomunicaciones y, en particular, durante muchos años la telefonía básica, es un servicio público, y, como tal, está sujeto a exigencias de carácter regulatorio que van más allá de las fuerzas propias del mercado.

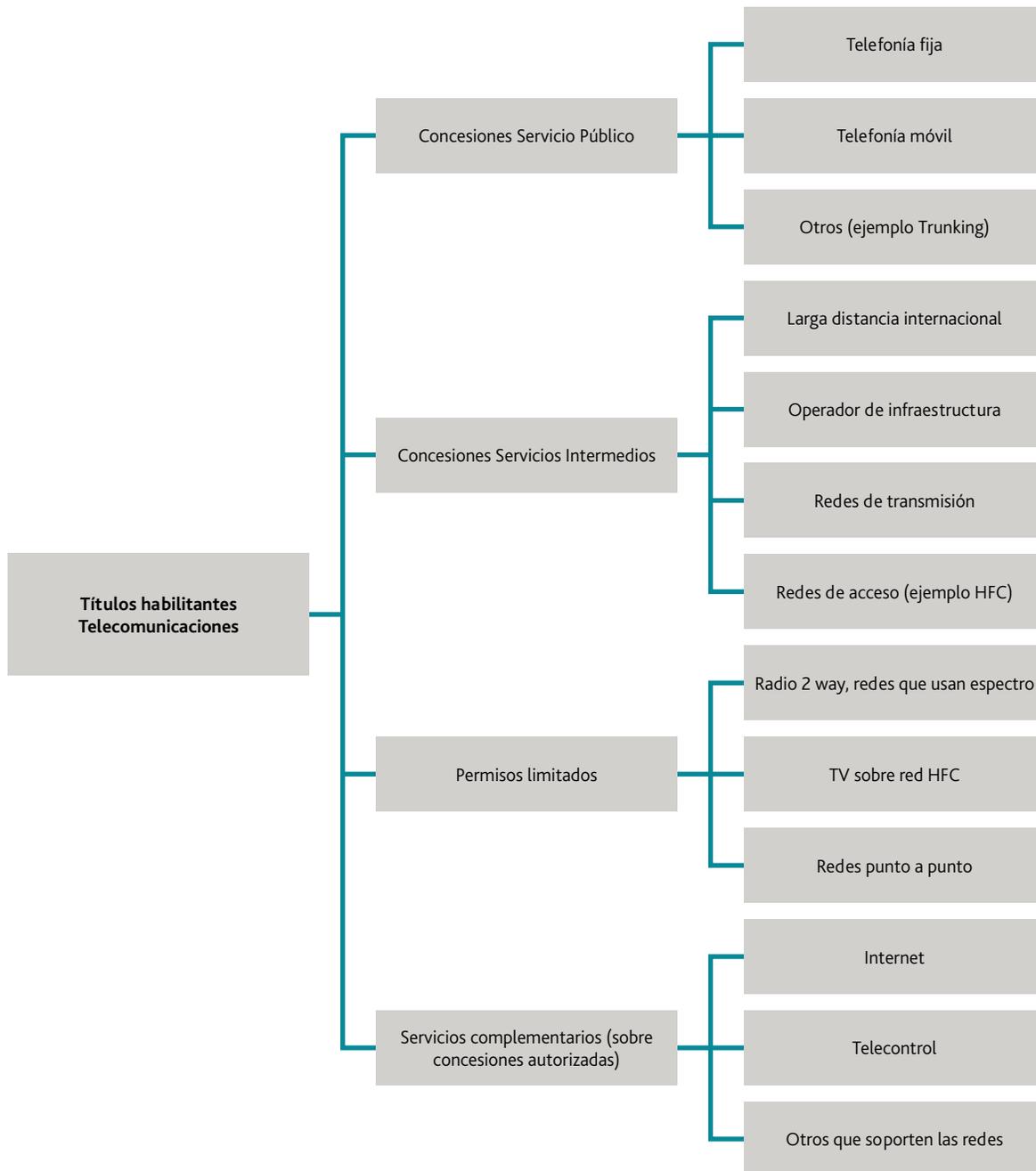
Esta regulación tiene su origen en la ley N° 18.168, del año 1982 y sus modificaciones, que fue la que reemplazó al DFL 4 de 1959, y un conjunto de reglamentos y normas específicas que se refieren a aspectos técnicos, de inter-funcionamiento de las redes, operadores y los mercados, que también regulan la relación entre las empresas y los usuarios.

Para brindar los servicios de telecomunicaciones se requiere ser titular de concesiones o permisos, asociados a proyectos técnicos definidos, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Servicios públicos de telecomunicaciones, que cubren por ejemplo los servicios de telefonía básica, móvil y trunking.
- Servicios intermedios de telecomunicaciones, que cubren los servicios de larga distancia, las redes de transmisión y, más recientemente, los despliegues de los operadores de infraestructura.
- Permisos limitados de telecomunicaciones, que cubren necesidades de telecomunicaciones de personas u organizaciones, para el despliegue de infraestructura propia y/o contratada con concesionarios.
- Servicios complementarios, sobre redes autorizadas en concesiones y permisos.

A nivel de esquema, la organización de los títulos habilitantes en telecomunicaciones en Chile puede ilustrarse como sigue:

FIGURA 3.6
Organización de los títulos habilitantes en Chile



Fuente: Elaboración propia.



Algunas características de las concesiones de telecomunicaciones son:

- El titular puede hacer uso de los bienes nacionales de uso público, en las condiciones y zonas definidas en los proyectos técnicos.
- El titular puede obtener servidumbres específicas para el desarrollo de sus instalaciones, previa calificación de Subtel.
- Toda infraestructura debe estar amparada en una concesión o permiso.
- Es posible emplear medios de terceros para brindar los servicios amparados por una concesión.
- Los servicios de telecomunicaciones deben establecer y aceptar las interconexiones con los servicios del mismo tipo⁴.

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

- Rol normativo y de regulación: donde se incluyen las actividades de generación y adecuación de las normas y reglamentos que manda la ley, la regulación de tarifas cuando eso corresponde, el otorgamiento de las concesiones y permisos de telecomunicaciones, y la administración de los recursos escasos directamente asociados a las redes de telecomunicaciones, en particular, el espectro radioeléctrico y los recursos de numeración telefónica. Cabe hacer presente, en el marco de este trabajo, que Subtel no participa directamente en la administración de los bienes nacionales de uso público que ocupan las redes de telecomunicaciones puesto que ese rol lo desarrollan otros entes del Estado (MOP, Municipalidades, etc.).
- Rol de fiscalización: por medio del cual el Estado vigila que los titulares de concesiones y permisos desarrollen sus redes y servicios conforme a las normas definidas, teniendo potestad para la formulación de cargos y aplicación de multas, con arreglo a la normativa vigente.
- Rol de impulso al desarrollo de la industria: en este punto cabe mencionar tanto el rol subsidiario del Estado, apoyando el desarrollo de servicios y cobertura de redes en zonas que no pueden enfrentar directamente los costos que el mercado puede brindar, como también y más recientemente un rol que busca establecer presencia de las redes de conectividad de datos en toda la nación, habida cuenta de la gran importancia que tiene la conectividad digital en el desarrollo de la economía desde la masificación de los servicios y actividades basadas y apoyadas en sistemas informáticos que deben estar interconectados entre sí.

4 Para asegurar el acceso o conectividad a todos los usuarios del mismo tipo de servicios.

ESCENARIO FUTURO E INDICADORES

La dinámica del mercado de las telecomunicaciones ha evolucionado profundamente durante las últimas décadas. Inicialmente la industria enfrentó requerimientos de inversión muy altos para poder desplegar redes, lo cual, al traducirlo a precios por servicios, restringió la penetración de estos solo a segmentos muy específicos del mercado que tuvieran la necesidad, por un lado, y la capacidad económica por otro, para adquirirlos. Al mismo tiempo, el mundo tempranamente comprendió que había una estrecha relación entre la disponibilidad de servicios de telecomunicaciones y la capacidad de desarrollo y, en consecuencia, los distintos países optaron por involucrarse directamente en el desarrollo de las redes, estableciendo monopolios que, empleando fondos públicos, invirtieron en despliegue de infraestructura.

Esta realidad ha cambiado radicalmente en las últimas décadas. La constante evolución tecnológica y el fuerte aumento en la demanda por servicios, han permitido alcanzar curvas de costo muy eficientes, obteniendo altos niveles de penetración de los servicios de conectividad, los que en Chile, actualmente, cubren a 98% de la población⁵. De este modo, en términos generales, el mercado ha sido capaz de financiar las inversiones requeridas sin mayor intervención del Estado. Los monopolios progresivamente se han ido rompiendo, abriendo paso a empresas nacionales y multinacionales que hoy operan en un entorno altamente competitivo.

Sin embargo, sigue habiendo zonas en las que el sector privado no necesariamente tiene interés económico por desplegar infraestructura por su baja densidad poblacional, o bien hace falta una mirada más amplia que permita planificar a mayor escala el desarrollo de infraestructura compartida, que mejore las condiciones de toda la red. En estos casos, es el regulador quien actúa a través de diversos instrumentos de fomento, intercambio o incentivo.

En síntesis, se distinguen 3 elementos que actúan como drivers de la inversión en infraestructura, los que actúan complementariamente. Estos son:

- Requerimientos derivados del aumento del tráfico y servicios demandados por los usuarios.
- Requerimientos derivados de la exigencia o estímulo regulatorio.
- Requerimientos asociados a la evolución tecnológica, criterios de eficiencia y obsolescencia.

Demanda de tráfico y servicios

De acuerdo a cifras entregadas por Subtel y por la industria, a diciembre del año 2014, la penetración de servicios móviles en Chile ya supera 130%, y más de 80% de los teléfonos móviles conectados son

5 Según consigna Subtel en entrevista al Sr. Subsecretario sostenida para fines de este estudio en noviembre de 2015.

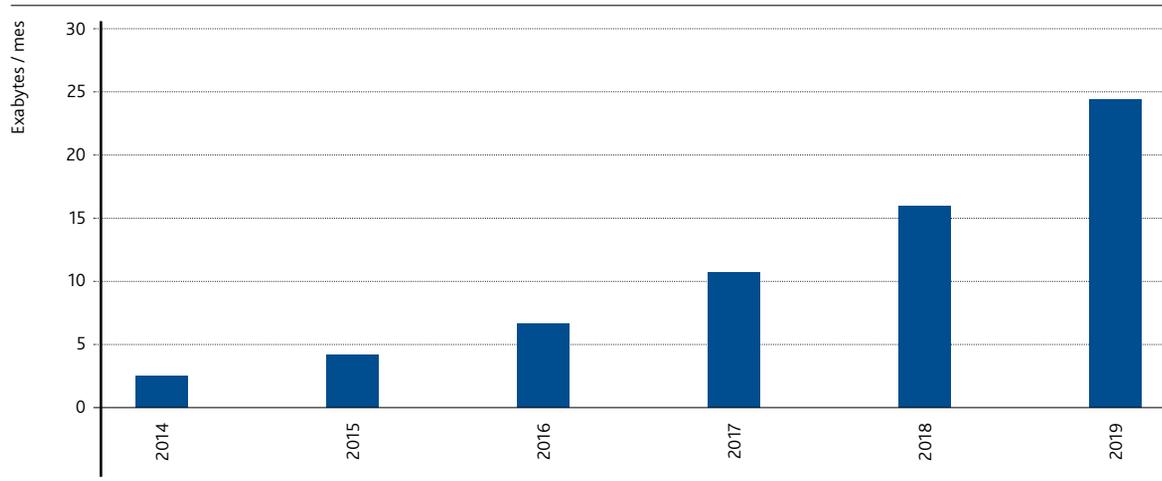


smartphones. De esta manera, el acceso a Internet es muy amplio, ya sea a través de redes fijas o móviles, siendo estas últimas, la principal forma de conexión en la actualidad. Hoy en día resulta normal utilizar la red o dispositivos móviles para acceder a operaciones cotidianas, como operaciones bancarias, agendar consultas médicas, acceder a mensajería, controlar el consumo de calorías, ver la serie de televisión favorita y otro sin fin de aplicaciones, en casi todos los ámbitos. Es por esto que se afirma que nuestras vidas están soportadas sobre tecnologías móviles.

La movilidad no solo ha impactado a las personas con sus smartphones y tablets, sino que también ha mostrado ser muy eficiente al momento de dar conectividad a una infinidad de aparatos que acceden de manera inalámbrica y de muy bajo costo a la nube de Internet, permitiendo el desarrollo de soluciones de telemetría, control automático, telemedicina, vigilancia, entre otras. Esto se describirá más adelante y se conoce como el Internet de las cosas (IoT).

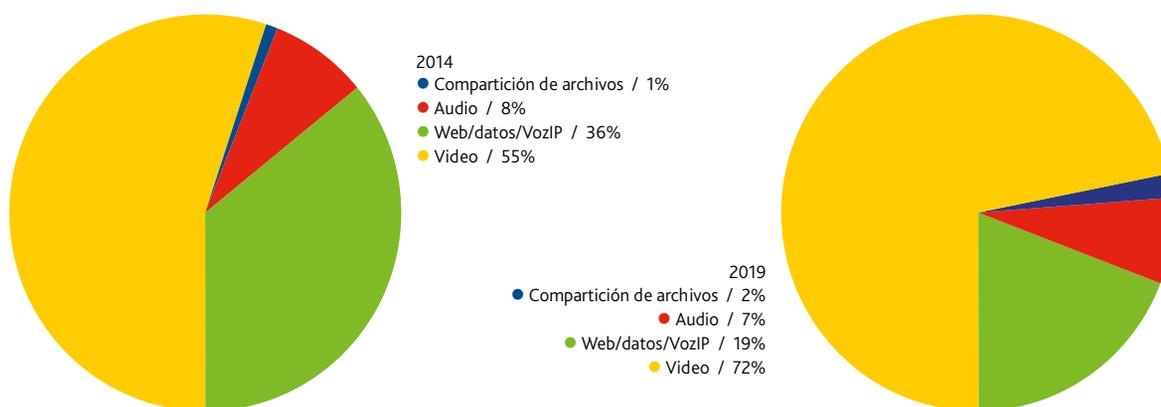
Con todo, los expertos internacionales coinciden en que en el futuro prácticamente todos los dispositivos electrónicos estarán conectados a la red, y que los contenidos aumentarán de manera explosiva tanto en cantidad como también en tamaño. De este modo, los pronósticos hablan de que el tráfico de datos global seguirá, al menos por los próximos 5 años, creciendo a tasas promedio de más de 50% anual. En un análisis más profundo, es destacable el hecho que el streaming de video, a través de sus múltiples aplicaciones y formatos representará más de 2/3 del tráfico total.

FIGURA 3.7
Proyección Crecimiento Tráfico Móvil



Fuente: Cisco VNI Mobile 2015.

FIGURA 3.8
Proyección distribución de tráfico móvil por servicio



Fuente: Cisco VNI Mobile 2015.

En consecuencia, las redes de telecomunicaciones en los próximos 5 años deberán ser capaces de absorber 10 veces más tráfico de datos que el de hoy. Esto sin duda representa un gran desafío industrial, el cual para ser abordado exige resolver adecuadamente una serie de asuntos:

- Mayor eficiencia en el uso del espectro en servicios móviles, asociada a las nuevas tecnologías de acceso 4G y 5G y a la explotación de bandas con mejores condiciones de propagación como la de 700 Mhz.
- Restricciones asociadas al despliegue de infraestructura móvil por cuestiones regulatorias, medio ambientales y otras.
- Renovación de terminales del usuario final que permitan hacer mejor uso de nuevas tecnologías.

Todo lo anterior, deberá desarrollarse en un entorno altamente competitivo, con márgenes económicos cada vez más estrechos.

Agenda regulatoria

El Estado chileno tiene algo que decir en cuanto al desarrollo de las telecomunicaciones. Como se indicó antes, la industria se ha desarrollado en los últimos 20 años en un marco de creciente competencia, lo que ha permitido mantener el liderazgo tanto en lo tecnológico como en la oferta de servicios y también en la penetración de los servicios, en especial mientras la telefonía fue el servicio más demandado de la industria.



Sin embargo, la entrada a escena de la conectividad de datos, en particular el acceso a Internet para las personas, está significando un desafío mayor para el país, más allá de las posibilidades de los oferentes en el mercado.

La tecnología y su continuo desarrollo y aumento de capacidad de transmisión de datos, por supuesto que ayuda grandemente a crear ofertas competitivas y accesibles para los distintos segmentos del mercado, pero resulta evidente que no logrará avanzar con la suficiente velocidad y profundidad en el mercado, especialmente en los segmentos de más bajos ingresos. Ello, al menos en un horizonte previsible, debido a las cuantiosas inversiones en infraestructura y redes que deben hacerse, ya que no parecen tener un correlato de ingresos suficiente para que justifiquen la inversión competitiva de los privados.

Es por ello que hay consenso en que el Estado debe impulsar de alguna forma este desarrollo de infraestructura, en especial en las redes de fibra óptica domiciliaria, para asegurar la entrega de los anchos de banda que el nuevo mundo digital está requiriendo.

Así, surgen iniciativas, que en el corto plazo se han enfocado en completar la presencia de conectividad de banda ancha con fibra óptica (FO) en los centros poblados, y lo que se ha observado es una participación del Estado, por la vía de subsidios a la inversión, para extender las redes de FO a las zonas extremas del país y se han creado mecanismos de fomento al desarrollo de cobertura de banda ancha de baja y mediana capacidad, aprovechando los concursos de asignación de espectro radioeléctrico que se requiere para el desarrollo de las redes móviles.

Adicionalmente, el Gobierno ha publicado recientemente un documento titulado “*Agenda Digital 2020, Chile digital para T@dos*”. La agenda establece que para alcanzar las metas propuestas es necesario avanzar en 5 ejes complementarios:

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

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

A nivel de los desafíos y metas, lo anterior se traduce en diversas medidas, incluyendo construir una autopista digital que permita a todos disfrutar en plenitud de la Internet del futuro, apoyándose en la gran alianza público-privada impulsada por esta Agenda Digital 2020. Lo anterior implica inversión privada en telecomunicaciones que llegue a niveles cercanos a promedios OCDE en cuanto a inversión per cápita.

Por otra parte, la SUBTEL se encuentra trabajando en un Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones bastante ambicioso, que recoge todos los requerimientos actuales e incorpora elementos estratégicos, para llevar a Chile a posicionarse como la puerta de entrada de datos de toda Asia. Este plan recoge 3 ámbitos de acción:

- a) Conexión vía Fibra Óptica de Chile con otros continentes.
- b) Mejoramiento de red troncal de Fibra Óptica nacional desde Arica a Puerto Williams a través del despliegue de redes marítimas que tengan varios puntos de entrada de norte a sur.
- c) Mejoramiento de redes transversales de conectividad que se empalmen con red troncal norte sur, en colaboración con Argentina.

Evolución tecnológica

La creciente demanda por más y más conectividad y contenidos, ha presentado un desafío permanente para los investigadores y fabricantes de equipamiento que derivan en el desarrollo de nuevos y mejores protocolos, mejoras en componentes y mayores eficiencias. Este desarrollo presenta un importante desafío para las empresas, pues sin perjuicio del deseo de amortizar al máximo los activos desplegados, las mejoras que introduce la nueva tecnología, sumado al crecimiento de la demanda y a la competencia del sector, llevan inevitablemente a las compañías a tener que sustituir por obsolescencia o por eficiencia aquello que instalaron hace tan solo algunos años.

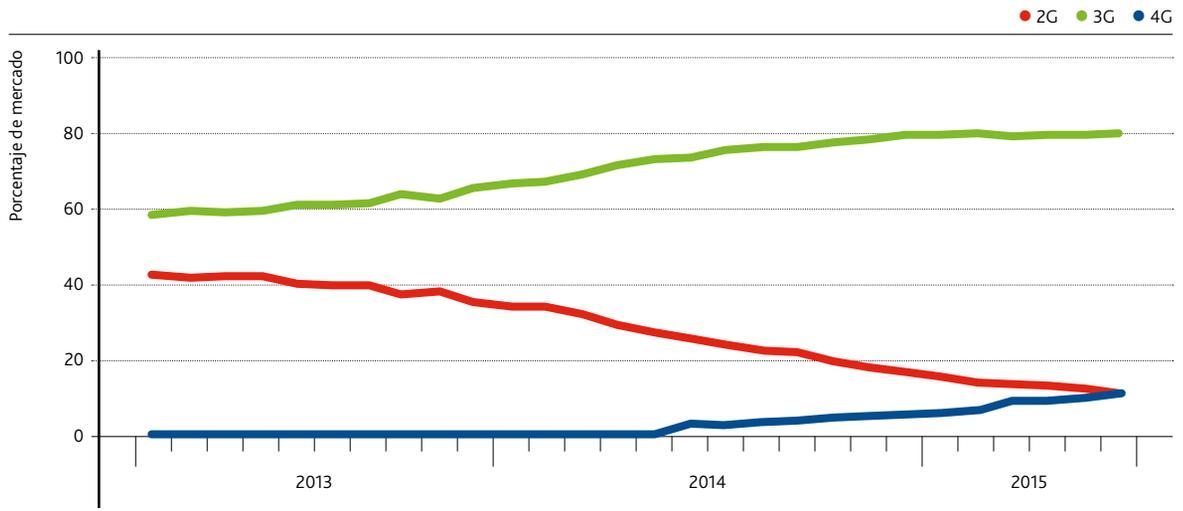
Desde el punto de vista del acceso móvil, la tecnología 2G está en etapa de declinación final, mientras que la red 3G está alcanzando su fase de maduración y la 4G ya comienza a mostrar señales de fuerte crecimiento. Y no resulta sorprendente que la tecnología 5G, que mejora en varios aspectos a su predecesora, ya está en etapa de prueba y primeras implementaciones a nivel mundial.

La tecnología más antigua, asociada a pares de cobre (ADSL o xDSL) ha ido perdiendo terreno por presentar limitaciones tecnológicas que hoy resultan muy restrictivas. En cambio, la tecnología de HFC (Fibra óptica combinada con Cable coaxial), que se usa principalmente para proveer de servicio de televisión por cable y banda ancha residencial, se ha consolidado por presentar buenas prestaciones técnicas, a un costo de despliegue muy razonable. Lentamente asoman las conexiones de Fibra Óptica al hogar (FTTH) que superan ya 2% de los hogares, pero está muy lejos de 9% de penetración promedio de la OCDE y de países como Suecia (58%), Lituania (100%) o Portugal (67%)⁶ y es la única que permite un crecimiento fuerte en las demandas de ancho de banda por conexión por sobre los 100Mbps.

6 IDATE for FTTH Council Europe.

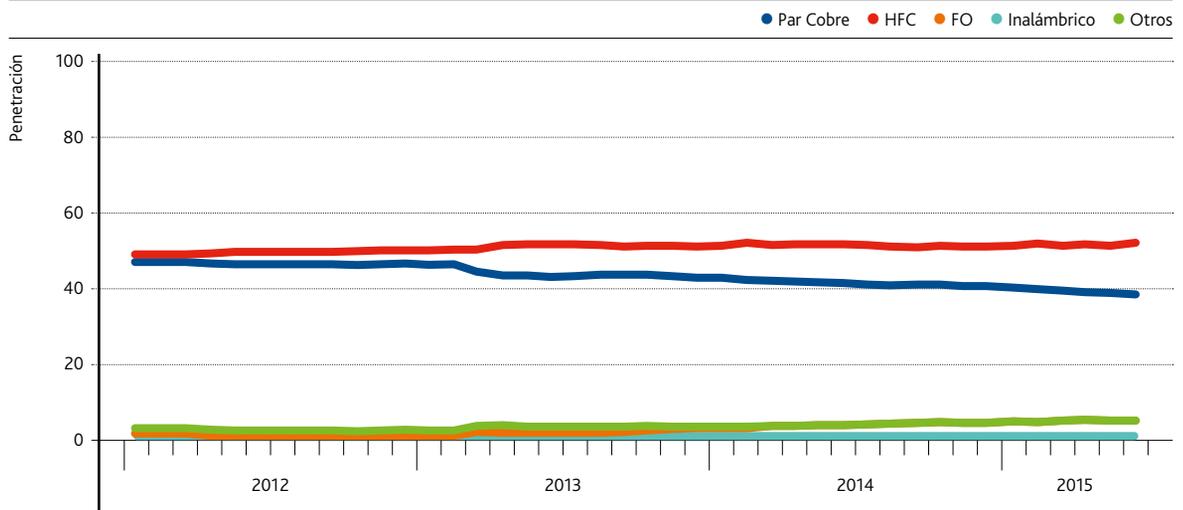


FIGURA 3.9
Evolución de la tecnología de las conexiones de Banda Ancha Móvil en Chile



Fuente: Subtel.

FIGURA 3.10
Evolución de la tecnología de accesos Banda Ancha Fija en Chile



Fuente: Subtel.

La evolución tecnológica también ha llevado a la industria de las tecnologías de la información a desarrollar servicios y aplicaciones específicas que han logrado posicionarse con fuerza y que presentan desafíos singulares para los mercados y el regulador.

Over The Top (OTT)

El nombre de esos servicios proviene del inglés y su uso está asociado a servicios a los que se accede vía Internet (la nube), sin que los operadores tengan directamente control sobre ellos. Han mostrado altísimas tasas de crecimiento a nivel mundial y, principalmente, se les conoce por servicios de audio o video online. Ejemplos de esta familia constituyen servicios muy conocidos como Youtube, Netflix, Spotify, Skype y otros.

Gran controversia están generando estos servicios pues, en algunos casos, son muy intensos en uso de recursos de red (ancho de banda), obligando a los operadores a reforzar su infraestructura y oferta de capacidad, sin necesariamente poder transferir este costo adicional a los usuarios finales. Estos últimos, en cambio, acceden a esos contenidos de manera gratuita o, incluso, pagan directamente a los proveedores por la suscripción a los servicios.

Tomando en cuenta la proyección de estos servicios, sin duda que el desafío para los operadores continuará en aumento, y ello ha llevado a los reguladores y autoridades de competencia en varios países a formular propuestas de ordenamiento industrial. En nuestro país, la discusión aun es incipiente y no se vislumbran ajustes en el corto plazo.

Internet Of Things (IOT)

La Internet de las cosas, como se le llama en español, es el nombre que recibe la conexión de dispositivos a la red sin la interacción directa de una persona. Desde hace varios años se conocen aplicaciones como la telemetría o conexión de terminales de venta (POS), pero conforme se perfeccionan las redes inalámbricas, los aumentos de ancho de banda, menores latencias y baja en los costos, han permitido la aparición cada vez de más aplicativos.

Se proyecta un crecimiento muy significativo en el parque de IoT, sin embargo, por lo general, sus aplicaciones requieren de anchos de banda bajos u operan en ráfagas por períodos acotados de tiempo, de modo que su impacto sobre la carga en la red no resulta verdaderamente significativo, a la luz de los requerimientos principalmente de video que generan los smartphones o equipos de televisión online conectados a la red.

Indicadores y benchmark

Es necesario comprender la estructura de las inversiones de una red de telecomunicaciones de modo de poder proyectar adecuadamente los requerimientos para satisfacer la cobertura y calidad descrita anteriormente.



Las redes de telecomunicaciones tienen que hacer frente a 3 requerimientos complementarios entre sí, pero que para efectos del modelamiento de costos de este estudio se han separado:

- **Redes existentes:** Son inversiones que se deben realizar sobre las mismas redes que ya operan, pero que son necesarias para poder hacer frente a fenómenos de evolución tecnológica y/o de capacidad.
 - Indicador: Cantidad de conexiones de banda ancha fija existentes⁷. En términos generales, y en conformidad con la metodología utilizada por Subtel y organismos internacionales, esto considera hogares y empresas conectadas.
 - Complementariamente es necesario distinguir el porcentaje de conexiones sobre tecnología de HFC o Fibra Óptica de modo de permitir velocidades del orden de las decenas o centenas de Mbps.
- **Redes nuevas:** Corresponde a las inversiones necesarias para poder dar servicio en zonas en que previamente no se disponía de cobertura.
 - Indicador: Cantidad de dispositivos conectados a Banda Ancha Móvil⁸, esto es a través de tecnologías 3G o superior.
- **Troncales:** Aquellas inversiones de carácter estratégico que no necesariamente son realizadas por un operador en particular, pero que finalmente permiten disponer de redes más robustas a nivel nacional, o bien permiten el acceso a conectividad de buena calidad a localidades que previamente estaban aisladas o disponían de accesos de mala calidad.
 - Indicador: Corresponde a los kilómetros de Fibra Óptica instalada en redes de transporte interurbano, correspondiente a la red norte-sur del país, asimismo como los ramales que conectan con los centros poblados.

7 Según consigna la OCDE; la velocidad mínima aceptada bajo el nombre de Banda Ancha Fija es de 256 Kbps.
8 Similarmente la OCDE define para la Banda Ancha Móvil una velocidad inicial igual o superior a 256 Kbps.

3 | SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

En virtud de los indicadores definidos, se ha hecho una estimación de la situación inicial que vive el país a fin del año 2015. El valor utilizado se extrapola a partir de las cifras oficiales publicadas por Subtel para diciembre del año 2014 y junio del año 2015⁹, asumiendo un crecimiento del segundo semestre del año 2015 equivalente al del primero.

Para efectos comparativos, se buscó una referencia (benchmark) para las cifras de acceso que debiese haber tenido el país, considerando el promedio de los países OCDE para fin del año 2014. Para el caso de las troncales de Fibra Óptica se ha establecido una cifra estimada según opinión experta, recogida a partir de extensas entrevistas a actores clave del mercado y con representantes de Subtel.

TABLA 3.2
Situación actual, Benchmark y Déficit de infraestructura en Chile a diciembre 2015

	Chile (2015)	Penetración	Benchmark	Penetración	Déficit
Accesos BAF	2.718.219	41,6%	3.601.281	55%	883.062
Hogares	2.357.335	42,9% ¹⁰	3.023.667	55%	666.332
Empresas	360.884	34,4% ¹¹	577.615	55%	216.731
Accesos BAM	9.814.121	55%	14.639.209	81%	4.825.088
Km Fibra Óptica Troncal	18.000	N/A	36.000	N/A	18.000

Fuente: Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN DE BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

Frente al escenario de crecimiento explosivo de la demanda descrito en las secciones anteriores, tanto para redes fijas, así como también móviles, sin duda que el reto en términos de la infraestructura requerida para soportarlo, es importante. En una mirada a 10 años plazo, proyectando un tráfico total soportado por la red que probablemente equivalga a unas 100 veces los tráficos actuales, en que el video tome más de 70% de relevancia, nuestro país requiere adoptar estándares tecnológicos de acceso y calidad que estén a la altura.

9 Serie Abonados Móviles, Conexiones Internet Fija y Conexiones Internet Móvil a Junio de 2015.

10 Basado en proyección de hogares del Minvu.

11 Basado en número total de empresas en Chile según datos del Ministerio de Economía titulado "Las empresas en Chile por tamaño y sector económico desde el 2005 a la fecha" que identifica 988.745 al año 2012 con un crecimiento promedio anual de 2%.



TABLA 3.3
Requerimientos estimados de hogar promedio al 2020

Servicio	Cantidad	Ancho Banda unitario (Mbps)	Ancho Banda total (Mbps)
Televisor/computador recibiendo video en Full HD	1	5 Mbps	5 Mbps
Televisor/computador recibiendo video en 4K	2	20 Mbps	40 Mbps
Smartphone conectados vía Wi-Fi	2	2 Mbps	4 Mbps
Consola de juegos	1	2 Mbps	2 Mbps
Otros dispositivos como cámaras de vigilancia, alarmas, equipos de riego, etc.	2	0,5 Kbps	1 Mbps
Total			53 Mbps

Fuente: Elaboración propia.

En virtud de la alta penetración actual y proyectada de la televisión y la telefonía móvil, resulta bastante intuitivo afirmar que estos requerimientos no serán solo de las clases más acomodadas, sino que serán extensivos a buena parte de la población. De modo que las tecnologías tradicionales de acceso vía par de cobre (xDSL) no serán capaces de suministrar el ancho de banda necesario e, incluso, las tecnologías sobre cable coaxial (HFC), tendrán que hacer esfuerzos de densificación de fibra óptica y nodos muy intenso, de modo de poder asegurar tasas de compartición baja y así lograr velocidades reales en hora cargada sobre los 50 Mbps para todos los usuarios conectados a un nodo particular.

Los distintos países han adoptado estrategias variadas para hacer frente a este *tsunami digital* y según se trate de redes fijas o móviles en general estas se traducen en:

- Redes Fijas
 - Alcanzar cobertura de conectividad fija cercana a 100% de los hogares.
 - Alcanzar la mayor cantidad posible de accesos de última milla sobre Fibra Óptica.
 - Disponer de condiciones de regulación y competencia que permitan disponer de una oferta de alta velocidad y alta calidad a precios accesibles para la mayoría de la población.
- Redes Móviles
 - Disponibilidad de la mayor cantidad de espectro posible, tanto en bandas largas y cortas de modo de permitir el desarrollo eficiente de tecnologías 3G, 4G y futuras.
 - Facilitar el despliegue de infraestructura móvil, de modo de aumentar la densidad de antenas, sobre todo, en zonas urbanas en donde las altas velocidades exigidas a la red obliguen a esta a acortar cada vez más los radios de cobertura¹².

12 Las radiobases tienen potencias de transmisión y recepción acotadas, y la velocidad de navegación posible para un determinado equipo terminal que accede a la radiobase es inversamente proporcional a la distancia que los separa.

Con todo, se ha optado por recoger las metas establecidas en la Agenda Digital 2020 y el Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones anunciadas por el Gobierno en el mes de noviembre del año 2015, las cuales establecen que para el año 2020 nuestro país deberá disponer de:

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

A estas metas, se agregan complementariamente los siguientes objetivos:

- Considerar un crecimiento en la penetración total de servicios móviles sobre población de 6% en relación a las cifras actuales para el año 2020 y 6% adicional hacia el año 2025, acompañando principalmente el crecimiento del parque de servicios IoT.
- Disponer de una penetración de Banda Ancha Fija (BAF) de 100% sobre la población al año 2020 y 140% al año 2025.
- Brindar acceso de BAF al menos a 80% de las Empresas para el año 2020 y a 100% de ellas para el año 2025.

En síntesis, con los valores y supuestos anteriores, se ha procedido a determinar los niveles proyectados para los accesos de banda ancha fijo y móvil, así como también para el reforzamiento de las redes troncales de Fibra Óptica en su eje norte sur y, también, para los ramales de fibra que conectan a poblados y ciudades.

TABLA 3.4
Proyección de demanda en infraestructura en Chile para el año 2020 y 2025

	Chile (2015)	Penetración	Meta 2020	Penetración	Meta 2025	Penetración
Accesos BAF	2.718.219	41,6%	6.207.297	88%	7.587.784	100%
Hogares	2.357.335	42,9%	5.280.519	90%	6.308.737	100%
Empresas	360.884	34,4%	926.778	80%	1.279.047	100%
Accesos BAM	9.814.121	55%	18.896.684	100%	27.611.979	140%
Total móviles	23.929.702	133%	26.246.641	139%	28.577.507	145%
Km Fibra Óptica Troncal	18.000	N/A	45.000	N/A	72.000	N/A

Fuente: Elaboración propia.



En base a los indicadores y objetivos descritos anteriormente, se procede a cuantificar los requerimientos de infraestructura para el inicio del estudio (déficit) y luego para los escenarios proyectados a los años 2020 y 2025, considerando tanto los supuestos sobre los tipos de inversión, así como el valor unitario de cada una de ellas.

TABLA 3.5
Descripción tipo de inversiones según red

	Red Fija	Red Móvil
Red existente	Evolución tecnológica a Fibra Óptica y mejoras en nodos y accesos de última milla en conexiones existentes	Evolución Tecnológica a redes nuevas (3G, 4G o superiores, mejoras en cobertura de interiores y densificación de sitios urbanos)
Red nueva	Acceso a localidades sin conectividad actual con tecnologías xDSL, HFC o Fibra	Habilitación de servicios de Banda Ancha Móvil a abonados que actualmente solo utilizan servicios de voz
Troncal	Mejora en redes de Fibra Óptica troncales y de distribución ramal	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3.6
Valores de inversión unitario del modelo

	Red Fija	Red Móvil
Red existente	US\$ 83 ¹³ / Acceso habilitado año anterior	US\$ 55 ¹⁴ / Cliente que dispone de datos móviles el año anterior US\$ 27 / Cliente que no dispone de datos móviles el año anterior
Red nueva	US\$ 833 / Acceso nuevo	US\$ 110 ¹⁵ / Cliente que accede por primera vez a servicio de datos móviles
Troncal	US\$ 10.000 / Km Fibra Óptica troncal o ramal instalado	

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, el resultado de multiplicar los valores unitarios por los indicadores objetivo que se han establecido en las secciones anteriores, resulta finalmente un escenario de proyección de inversiones requeridas por un total de 26.347 millones de dólares al final del decenio.

13 Basado en la depreciación lineal típica de una red HFC o de Fibra de 20 años. Sin embargo, la necesaria evolución rápida hacia redes con alta densidad de fibra óptica hace necesario considerar una depreciación más acelerada.
14 Basado en cifras del Informe AHCIET: "Desafío 2020, Inversiones para reducir la brecha digital".
15 Idem anterior.

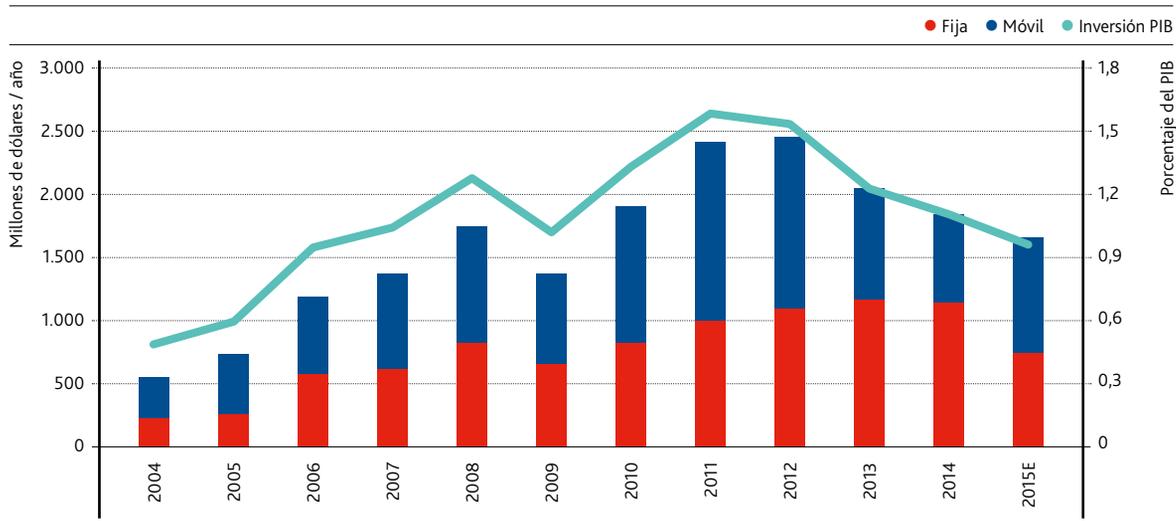
TABLA 3.7
Déficit y brechas de inversión en infraestructura crítica
 Millones de dólares

	Chile (2015)	Penetración	Meta 2020	Penetración
Accesos BAF	735	4.285	3.964	8.984
Accesos BAM	1.018	5.590	8.122	14.731
Km Fibra Troncal	234	835	1.563	2.633
	1.987	10.710	13.649	26.347

Fuente: Elaboración propia.

La industria de telecomunicaciones a nivel internacional ha observado una relación bastante estable en el tiempo entre sus ingresos totales y la inversión total. Como regla general, para mantenerse competitivas en el tiempo, las empresas deben invertir entre 15% y 20% de sus ingresos anualmente, y, en fases de crecimiento, esta inversión puede ser mayor.

FIGURA 3.11
Inversiones históricas del sector como % del PIB

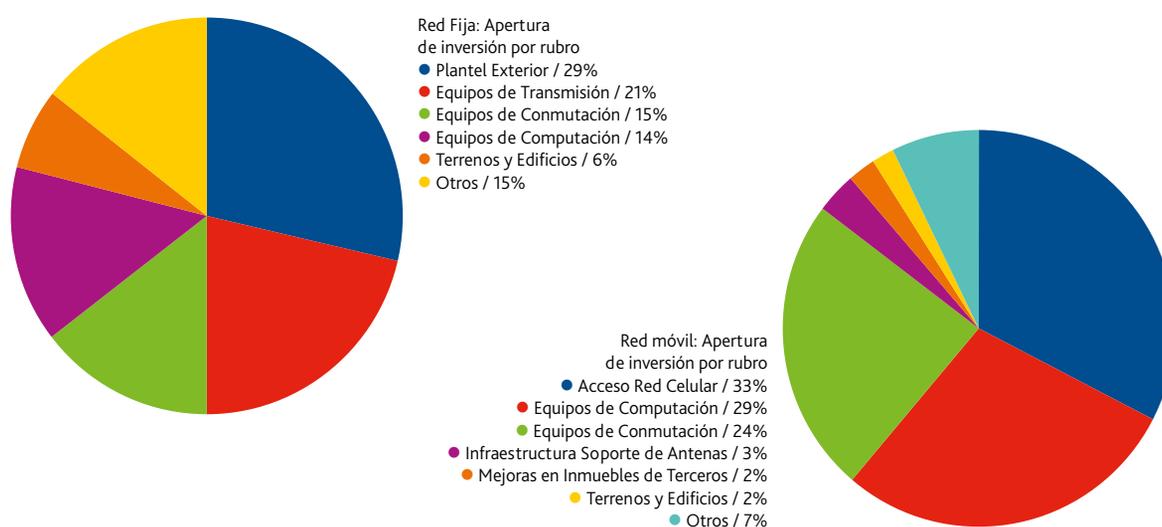


Fuente: Elaboración propia.

La industria local ha invertido del orden de 19.000 millones de dólares en los últimos 10 años, distribuidos en términos relativamente equitativos entre redes fijas y móviles. Resulta importante destacar la caída de la inversión que se produce el año 2009, asociado principalmente a la crisis económica sub-prime que afectó también a nuestro país. Del mismo modo, se aprecia que a contar del año 2013 la inversión industrial ha venido a la baja, ello también de la mano de las perspectivas económicas de crecimiento de nuestro país, las que han llevado a las empresas a operar con mayor cautela.

La inversión se descompone, típicamente, entre obras civiles, equipamiento y software, entre los cuales, la primera partida se lleva un porcentaje del orden de 30% del monto total.

FIGURA 3.12
Distribución de inversiones en telecomunicaciones según red y destino



Fuente: AHCIET.

También es importante resaltar el efecto que la competencia trae sobre las inversiones. Durante el año 2015 se vivió en nuestro país un fenómeno de competencia muy agresivo en el sector de telecomunicaciones móviles, producto del ingreso del operador WOM al mercado, lo cual llevó en cuestión de meses a toda la industria a ajustar los precios a público significativamente a la baja. Esta acción industrial implicará que, probablemente hacia el segundo semestre del año 2015, se vea reflejado el resultado del ajuste de la industria y, por consiguiente, tenga también algún impacto adicional sobre el margen disponible para inversiones del año entrante.

Al ser consultadas las distintas empresas con operación en el país acerca de los requerimientos de inversión, surgen una serie de elementos vinculados a la ejecución de los proyectos de despliegue que resultan relevantes de enumerar en este informe, pues comprometen los costos, plazos y, en ocasiones, la viabilidad de los proyectos, y ello finalmente se puede traducir en un overhead sobre los costos base, o bien, incluso afectar de manera dramática el desarrollo de determinados sectores que, frente a la imposibilidad de un despliegue de infraestructura adecuado, quedan marginados del desarrollo tecnológico. A continuación, se mencionan algunos de los temas:

- Obtención de permisos municipales: Principalmente para el despliegue de antenas de la red móvil. En algunos municipios, las restricciones o demoras generan déficit de servicio móvil o una degradación de la calidad.
- Acceso a infraestructura existente: Principalmente en los accesos a edificios o zonas urbanas densas en que originalmente se desplegó infraestructura para un operador determinado, y, actualmente, resulta muy costoso o imposible acceder para la habilitación de un competidor.
- Costos para instalar ductos: Se observa en el despliegue de redes fijas, que el principal costo es el de romper aceras o pavimento y luego reponer su condición inicial. Ello podría evitarse en caso de existir un diseño inicial de la infraestructura que ya disponga de ductería y cámaras de acceso de modo de facilitar luego la instalación de servicios.



4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

Del desarrollo expuesto, puede afirmarse que:

- Chile se ha desarrollado aceptablemente en el ámbito de la infraestructura y servicios de telecomunicaciones, casi exclusivamente impulsado por un ambiente competitivo de buena calidad.
- El cambio de paradigma en el desarrollo de esta industria, que ha significado la explosión de los servicios de datos, en particular el acceso a Internet, está desafiando en un grado importante la forma en cómo se debe desarrollar la industria, el rol del Estado en cuanto a fomento y subsidiario, y la forma de participación de los distintos actores en el futuro, en especial los oferentes de servicios soportados por esta infraestructura de conectividad de telecomunicaciones que se ofrecen internacionalmente a través de Internet.
- Los volúmenes de inversión que deben aplicarse a esta industria son significativamente superiores a la tendencia histórica de los oferentes, lo que sugiere que se está creando una brecha muy grande, que, si no se resuelve, limitará tanto la penetración de servicios de banda muy ancha, como las velocidades de acceso de datos.

En relación a lo anterior, se proponen las siguientes recomendaciones para contribuir al desarrollo adecuado de la oferta de conectividad:

- Corresponde asumir el desafío de desarrollo de las redes como cuestión del país y no solo centrar los esfuerzos como una cuestión sectorial.
- Es imprescindible que se establezca una regulación y una estabilidad de reglas que estimule inversiones del sector privado, en particular que se asegure que los modelos de explotación de las inversiones no tendrán cambios importantes durante gran parte de la vida útil de los activos. En este punto, se hace referencia a los intentos de desagregación obligatoria de las redes que se han observado.
- De todas maneras, se identifica que se requerirá apoyo con fondos públicos al desarrollo de las redes en sectores de baja densidad poblacional y/o de menos capacidad de pago.
- Es necesario coordinar acciones que permitan facilitar el despliegue de infraestructura, tanto respecto de las obras públicas como de las estructuras inmobiliarias, que permitan un acceso competitivo a la ubicación de los demandantes.
- Hay que crear conciencia, en la comunidad en general y en las municipalidades, sobre las virtudes de desarrollo de las redes de telecomunicaciones, haciendo hincapié en su característica de contribuir a mejorar las oportunidades y cerrar brechas en diversos ámbitos del quehacer humano y económico de las personas.

Redes de Telecomunicaciones

Sin aspirar a convertir esta publicación en un manual técnico, resulta fundamental definir y acotar conceptos claves que faciliten el entendimiento del sector de telecomunicaciones.

Las redes de telecomunicaciones han evolucionado considerablemente desde los primeros intentos por transmitir mensajes simples a través de elementos electro-magnéticos a largas distancias, hasta llegar a altos grados de convergencia en que la estandarización de interfaces ha facilitado considerablemente la interoperabilidad, permitiendo alcanzar grandes economías de escala, y, de esta forma, masificar los servicios.

En términos esquemáticos, es posible afirmar que una red de telecomunicaciones está conformada por una serie de elementos físicos que permiten que 2 o más entidades (sean estas personas o máquinas) puedan enviar y recibir información ya sea en formato analógico o digital. A continuación, se describe brevemente los principales componentes de la red tipo, con énfasis en aquellos elementos relevantes a la hora de generar una discusión sobre la infraestructura en telecomunicaciones:

- **Equipo Terminal:** Corresponde al dispositivo que utiliza la entidad que decide enviar o recibir información. Típicamente se asocia a un “usuario”, sin embargo, existe una enormidad de aplicaciones en las que la entidad que se comunica no es en sí una persona, sino que algún dispositivo electrónico.
- **Última Milla:** Es el medio de transmisión que conecta al equipo terminal con la red. Es aquí en donde se hace relevante la separación entre red fija y móvil. Mientras en la primera, el medio de transmisión es un enlace físico que conecta al equipo terminal con el nodo, en el caso móvil, la última milla está literalmente en el aire, utilizando el espectro radioeléctrico que, al ser un bien escaso, requiere de una celosa administración centralizada de modo de evitar interferencia y buscar la mayor eficiencia posible de cara a los servicios que se entregan a la población. Dependiendo de la tecnología que se utilice, la “última milla” varía desde unos pocos metros hasta unos pocos kilómetros de distancia.
- **Nodo de Acceso:** Es un dispositivo físico que recibe la transmisión de la última milla de muchos equipos terminales simultáneamente, la concentra y la inyecta aguas arriba a la red. En el caso de redes fijas, estos nodos típicamente son gabinetes pequeños que se ubican en cámaras subterráneas o en obras civiles especialmente destinadas a ello.
En el caso de redes móviles, se utilizan antenas de radio con zonas de cobertura acotadas, de modo de generar una trama tipo panal de abejas. Tradicionalmente las antenas se montaban sobre estructuras de torres altas que llamaban mucho la atención de la población. Las últimas disposiciones legales en esta materia, junto con la evolución tecnológica, han llevado a las operadoras a desplegar antenas pequeñas, con radios de cobertura más acotados, pero que permi-



ten su despliegue en azoteas, postes de alumbrado público e incluso carteles publicitarios, de modo de generar un impacto urbanístico mínimo.

Para redes fijas, el nodo de acceso en tecnologías xDSL o HFC es el punto de concentración al que concurren todos los abonados conectados a él. En consecuencia, además de las limitaciones de transmisión propias del acceso de última milla, al compartir recursos entre múltiples abonados, se produce nuevamente una concentración de tráfico que incide directamente en la calidad del servicio percibida por estos, en especial en las horas de mucha carga.

- **Backhaul:** Este término se utiliza para describir a las redes de transmisión que conectan los nodos de acceso a través de complejas topologías, hasta finalmente empalmar con las redes troncales. El Backhaul es clave para poder dotar a la última milla de suficiente capacidad para que pueda conducir el volumen de tráfico agregado de todos los equipos terminales conectados. En el caso de redes móviles, tradicionalmente, los enlaces de microondas satisfacían los requerimientos, pero la llegada de redes 3G o tecnologías superiores, han desafiado esta práctica, pues concentran volúmenes demasiado altos de tráfico. Por esta razón, se ha adoptado como habitual la conexión vía enlaces de fibra óptica.
- **Nodo:** Similar al nodo de acceso, el nodo central concentra una gran cantidad de tráfico proveniente de múltiples equipos terminales y nodos de acceso aguas abajo. Históricamente, en estas instalaciones se encontraban las centrales de conmutación telefónica, pero esta situación ya ha ido desapareciendo con el advenimiento de tecnologías digitales muy eficientes que permiten generar la conmutación de manera descentralizada.
- **Backbone:** Esta es la red troncal, compuesta por enlaces de fibra óptica que recorren transversalmente el país, conectando grandes centros urbanos entre sí, transportando enormes volúmenes de tráfico hacia los nodos de interconexión. En Chile, se dispone de varios enlaces troncales de fibra de norte a sur, que actúan entre sí como respaldo natural ante fallas o catástrofes, asegurando de este modo la continuidad operacional¹.
- **Nodo de Interconexión:** Son dispositivos centrales que conectan una red con otras redes, a través de protocolos estándar y medios de transmisión confiables y redundantes.
- **Red de Terceros:** Pueden ser redes públicas o privadas, con las que se realiza una conexión que permita habilitar trayectos para conectar a los dispositivos de la red propia con cualquier dispositivo en cualquier red compatible.

1 Una excepción a esto fue lo ocurrido el año 2015 en Copiapó, cuando producto de las inundaciones cae un puente sobre el cual pasaban todos los enlaces de fibra del país, generando una interrupción de los servicios que afectó a la población. Este incidente se subsanó disponiendo de un bypass de fibra marítimo el cual quedó operando de régimen permanente. Esta vulnerabilidad podría también presentarse en otros puntos de la red troncal de fibra.

Apartado II

INFRAESTRUCTURA

QUE

NOS CONECTA

APOYO
LOGÍSTICO

Vialidad interurbana

Aeropuertos

Puertos

Ferrocarriles

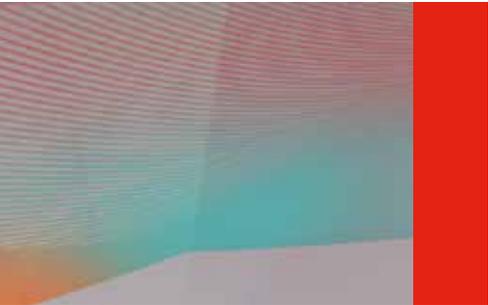






Vialidad interurbana | Aeropuertos | Puertos | Ferrocarriles

GLORIA HUTTY CECILIA GODOY



Capítulo 4

VIALIDAD INTERURBANA

1 | RESUMEN EJECUTIVO

La insuficiencia de capacidad, en el caso de la vialidad urbana e interurbana, es percibida como una deficiencia de inversión que resulta costosa y molesta a miles de personas. En efecto, la infraestructura vial de buena calidad ha pasado a considerarse un derecho de los habitantes, especialmente por quienes requieren movilizarse a lo largo del país.

A pesar de los enormes avances logrados en esta área, una comparación internacional de competitividad muestra que nuestro país aún debe avanzar fuertemente en inversiones que mejoren la oferta vial. Ello, debido al impacto que esta tiene sobre la productividad y sobre aspectos específicos como turismo y logística, ambos relevantes para nuestro desarrollo.

A partir de las condiciones observadas y de las proyecciones de crecimiento del tráfico en base a un escenario de referencia, se determinaron los plazos en que se requerirá contar con nuevas inversiones para lograr mantener el rendimiento necesario del sistema de vialidad interurbana. Como síntesis se puede indicar que:

- Las brechas de infraestructura vial interurbana tienen diferente naturaleza y dimensiones. Respecto a países con características similares a Chile, la brecha aumentó en los últimos años y nos mantiene en desventaja al momento de competir. Junto a ello, en el ámbito nacional, aún existen brechas entre regiones, que se manifiestan en tramos cuya conectividad es deficiente o inexistente, impidiendo una integración efectiva del territorio y de los habitantes, especialmente en



zonas aisladas. Entonces, surge con fuerza la necesidad de equilibrar las inversiones a lo largo del territorio.

- Existe un conjunto de vías que enfrentarán límites de capacidad horaria en los próximos años y aún no se inician los procesos de licitación para hacer frente a tal problema. La urgencia de hacerlo aumenta en la medida que crece el parque vehicular y aumenta el ingreso de los habitantes porque existe el riesgo de llegar con la capacidad adicional en el tiempo incorrecto, perdiéndose los beneficios sociales que justifican la inversión.
- Las inversiones requeridas en vialidad interurbana (incluyendo concesiones y vías no concesionadas), considerando nuevas obras, mantenimiento y ampliaciones de capacidad, ascienden a más de 20.000 millones de dólares en el período 2016-2025¹.



TABLA 4.1
Resumen de requerimientos de inversión en vialidad interurbana
 Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Inversiones asociadas a concesiones	3.540	6.013
Inversiones asociadas a vialidad no concesionada	7.093	14.185
Total	10.633	20.198

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en otros sectores, en el caso de la vialidad interurbana se observa que de mantenerse la tendencia registrada, las inversiones futuras serían insuficientes. Así, para proteger al menos el nivel de competitividad actual, se necesitará un esfuerzo especial de nivelación. No hacerlo se traducirá en un impacto negativo sobre la productividad y competitividad del país.

1 En el caso de concesiones, los montos anteriores no incluyen vialidad urbana concesionada (por ejemplo, mejoras del tramo urbano de Ruta 5 norte). Tampoco incluyen montos de inversión de obras concesionadas actualmente en construcción (por ejemplo Ruta 43; Autopista Concepción Cabrero, R5 Norte tramo La Serena-Vallenar).

2 | RESEÑA DEL SECTOR

LA VIALIDAD INTERURBANA EN CHILE

Aun cuando la infraestructura abarca un amplio rango de sectores, es inevitable que la primera asociación que hace un ciudadano común con ella provenga de su experiencia en el uso de las carreteras. Por esta misma razón, la insuficiencia de capacidad en el caso de la vialidad interurbana, es percibida como una deficiencia de inversión que resulta costosa y molesta a miles de personas.

También contribuye a esta imagen el que se haya consolidado con éxito un sistema de concesiones que además de atraer capitales privados, modificó el estándar de servicio y cambió el nivel de las expectativas de los usuarios. Estos, después de haber transitado por décadas en caminos estrechos y peligrosos, ahora valoran una suficiente disponibilidad de capacidad además de rutas seguras a lo largo de la casi totalidad del país. Por ello, la infraestructura vial de buena calidad ha pasado a considerarse un derecho de los habitantes, especialmente de aquellos que requieren moverse a lo largo del territorio nacional.

Ahora bien, se sabe que el volumen del parque automotor se ha incrementado junto con el ingreso de los hogares. Nadie cuestiona el uso de automóviles ni tampoco la utilidad para viajes entre ciudades, lo que incide en el aumento del número de viajes interurbanos. Esta situación implica un crecimiento de la demanda y, con ello, una ampliación de las expectativas de calidad. Se genera entonces una presión por disponer de soluciones eficientes, lo que requiere respuestas rápidas de parte de las autoridades responsables del área, tanto para ejecutar las inversiones previstas con recursos fiscales, como para licitar proyectos con financiamiento privado bajo la modalidad de concesiones.

Esta mejora de estándares no solo beneficia a los usuarios de automóviles, sino que también favorece al transporte público. Los cambios que han experimentado, por ejemplo, los servicios de buses interurbanos, dejan en evidencia que el viaje por tierra puede realizarse actualmente en muy buenas condiciones, además de ser una alternativa conveniente incluso en comparación con el avión en determinadas rutas y temporadas. No obstante, a pesar de los enormes avances logrados en esta área, una comparación internacional de competitividad muestra que nuestro país aún debe avanzar fuertemente en inversiones que mejoren la oferta vial, debido al impacto que esta tiene sobre la productividad y sobre aspectos específicos como turismo y logística, ambos relevantes para nuestro desarrollo.

Es importante señalar también que la vialidad interurbana en Chile tiene una jerarquía en función del tamaño e importancia de las rutas. Para este análisis se determinó priorizar los caminos estructurales, debido a que para ellos se cuenta con antecedentes de tráfico y en el caso de las concesiones, con contratos que especifican los requerimientos de operación, nivel de servicio y eventualmente, ampliación.

A saber, una parte importante de la vialidad interurbana principal en Chile se encuentra concesionada, en diferentes etapas: proyectos en operación, proyectos en construcción y proyectos en plan de licitación.



La concesión en operación más antigua de este grupo corresponde al Túnel El Melón, actualmente en proceso de relicitación y, la más reciente, es la Alternativa de Acceso a Iquique, cuya duración está prevista hasta el año 2043. En ciertos casos indicados, se ha acordado aumentos de plazos como resultado de nuevas obras e inversiones acordadas con el MOP.

TABLA 4.2
Proyectos concesionados en operación

Concesiones en operación	Inicio Concesión	Fin Concesión	Km conces.	Comentarios
Alternativas de acceso a Iquique	Sep 2011	32 años o VPI (Sep 2043)	78,4	Puesta en servicio R1: Nov 2014; R16: Sep 2015
Autopistas de la Región de Antofagasta	Abr 2010	Sep 2030	201	-
Variante Melipilla	Abr 2003	Abr 2033	8	-
Túnel El Melón	Sep 1993	Jun 2016	5,2	De los 5,2 km, 2,5 km son de túnel
Red Vial Litoral Central	Nov 2001	Nov 2031	79	-
Interconexión Vial Santiago-Valpo.-Viña	Ago 1999	25 años o VPI (estimado Ago 2020)	141	-
Camino Internacional Ruta 60CH	Ene 2003	Jul 2036	90	Tramo faltante iniciaría construcción próximamente. Se estima su puesta en servicio completa para el 2017
Camino Santiago-Colina-Los Andes (R57)	Oct 1997	Mar 2026	116	-
Camino Nogales-Puchuncaví	Nov 1995	Nov 2017	27	Plazo se extendió por 2 años (concesión originalmente finalizaba el 2015)
Autopista Santiago-San Antonio (R78)	Sep 1995	May 2019	131	-
Acceso Norte a Concepción	Abr 1995	Abr 2023	89	-
Ruta Interportuaria Talcahuano-Penco	Abr 2002	Oct 2033	15	-
R160, Tramo Tres Pinos-Coronel	Sep 2008	40 años o VPI (Sep 2048)	89	-
R5, Tramo Vallenar-Caldera	Mar 2009	35 años o VPI (Mar 2044)	221	-
R5, Tramo Los Vilos-La Serena	Dic 1997	Dic 2022	229	-
R5, Tramo Santiago-Los Vilos	Mar 1997	Ene 2021	218	Plazo se extendió de Ene 2021 a Mar 2023 por nuevas obras en tramo urbano
R5, Tramo Santiago-Talca y Acc. Sur a Santiago	Sep 1999	Sep 2030	236	Convenio complementario 4 define plazo variable (MDI >= ITC)
R5, Tramo Talca-Chillán	Mar 1996	Variable (MDI) (Mar 2017)	193	-
R5, Tramo Chillán-Collipulli	Jun 1998	Variable (MDI) (Jun 2020)	161	-
R5, Tramo Collipulli-Temuco	Mar 1999	Variable (MDI) (Mar 2021)	144	-
R5, Tramo Temuco-Río Bueno	Jun 1998	Jun 2023	172	-
R5, Tramo Río Bueno-Pto. Montt	Sep 1998	Sep 2023	136	-
R5, Tramo Pto. Montt-Pargua	May 2010	40 años o VPI (May 2050)	55	-

Fuente: Coordinación de Concesiones.

Adicionalmente, un grupo de concesiones se encuentra actualmente en la etapa de ejecución de obras para dar puesta en marcha.

TABLA 4.3
Proyectos concesionados en construcción

Concesiones en construcción	Inicio Concesión	Fin Concesión	Km concesiona	Fecha estimada fin construcción
Ruta 43, La Serena-Ovalle	May 2013	May 2043	86	Jul 2017
Autopista Concepción-Cabrero	Sep 2011	35 años o VPI (estimado 2032)	103	Mar 2016
Ruta 5 Norte, Tramo La Serena-Vallenar	Abr 2012	35 años o VPI (Abr 2047)	187	Mayo 2015 entró en operación sector II (hacia Vallenar). Tramo hacia la Serena actualmente se encuentra en construcción con 70% de avance a Nov 2015
Ruta 60 CH (tramo Panquehue)	Forma parte de Concesión en operación Camino Internacional Ruta 60 CH. Tramo faltante estaba detenido por falta de aprobaciones ambientales			Fines 2017

Fuente: Coordinación de Concesiones.

Finalmente, existe un conjunto de proyectos que se encuentra en carpeta para licitación en el corto y mediano plazo.

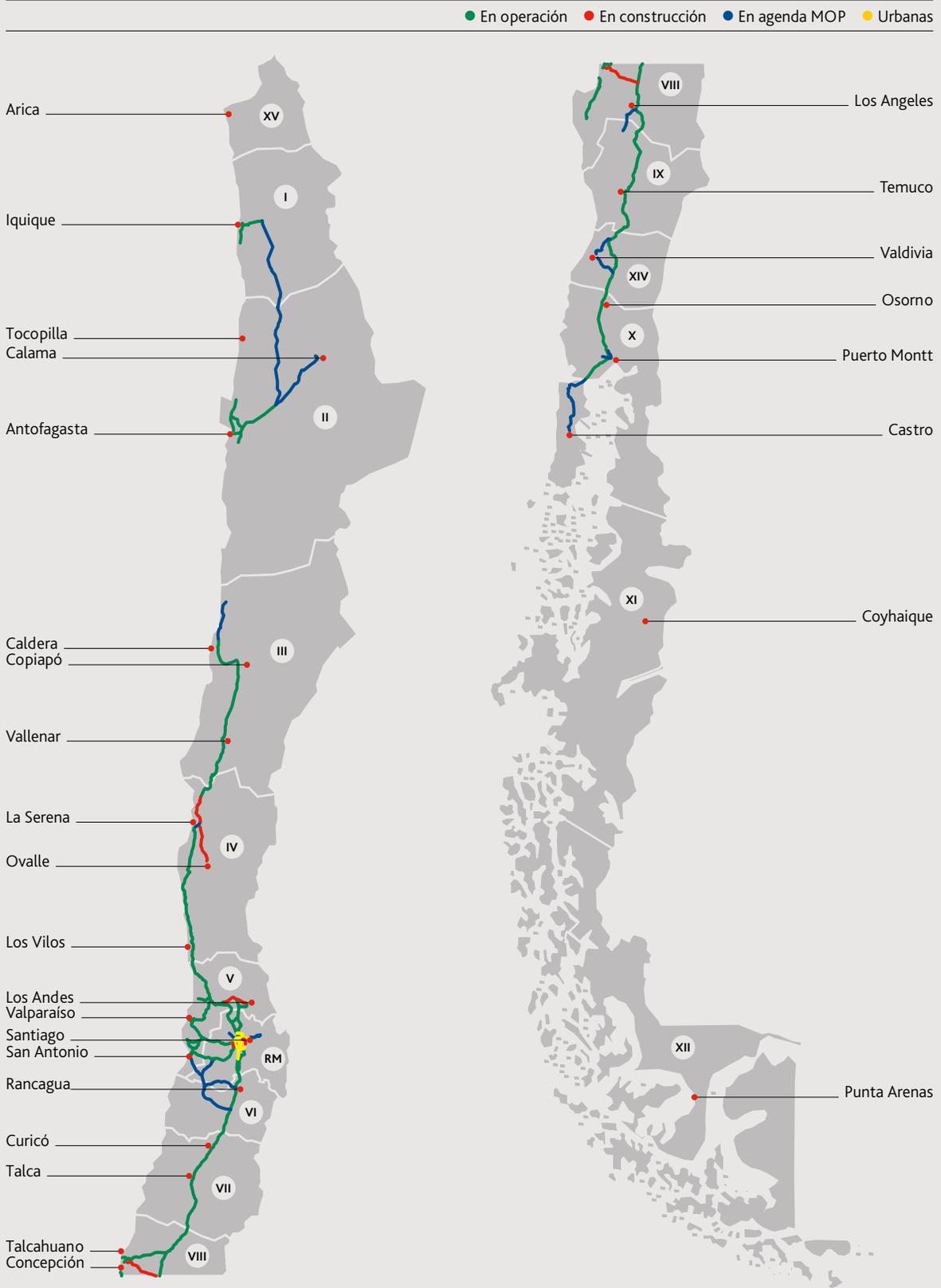
Se observa que los proyectos en la cartera futura de concesiones se encuentran en diferentes etapas de avance. Ante esta situación, y teniendo en cuenta que todos ellos implican beneficios para las áreas que conectan y su población, es importante comprometer plazos para evitar rezagos. Estos últimos solo aportan al aumento de las brechas, tanto internas, de conectividad entre regiones, como internacionales, de competitividad.


TABLA 4.4
Proyectos en agenda de concesiones para futura licitación

Concesiones en agenda o en licitación	km a concesionar	Estado actual	Inversión estimada de obra sin IVA (UF)	Comentario
Conexión Vial Melipilla-Camino de la Fruta (Ruta G-60)	31	En licitación de obras	910.000 UF	-
Ruta G-66, Camino de La Fruta	138	Licitación en curso para el diseño de ingeniería	8.300.000 UF	Concesionaria renuncia a concesión (2012) por nuevas exigencias ambientales. Doble calzada solo en primer tramo
Rutas del Loa (R25)	136	Licitación adjudicada y finalizada por incumplimiento de contrato. Actualmente está en agenda sin fecha clara de relicitación	286 millones de dólares	-
Camino La Madera	108	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación el 2017	142 millones de dólares	Concesión anterior finalizada por mutuo acuerdo
Concesión Ruta 5, Tramo Caldera-Chañaral	90	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación a mediados del 2018	250 millones de dólares	-
Concesión Vial Autopista Metropolitana de Puerto Montt (incluye tramo urbano)	34	En estudio, pero MOP declara posible fecha de licitación para el 2016	3.550.000 UF	-
Concesión Vial Ruta Longitudinal Chiloé (R5)	101	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación el 2018	263 millones de dólares	-
Concesión Vial Rutas de Acceso a Valdivia	88	Proyecto en agenda sin fecha estimada de licitación ya que está sujeto a evaluación aún	209 millones de dólares	-
Conurbación La Serena-Coquimbo (R5, tramo urbano)	17	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación el 2017	133 millones de dólares	-
Mejoramiento conectividad Ruta 68 (ampliación tramos de R68 actual)	Por definir	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación el 2018	Por definir	-
Mejoramiento Ruta Nahuelbuta (R180)	55	Proyecto en agenda con fecha estimada de llamado a licitación a fines del 2015	260 millones de dólares	-
Ruta 5 tramo Tarapacá-Antofagasta	370	Aún no ha sido declarada de interés público por lo que aún no se han iniciado los estudios	11.645.000 UF	-
Ruta G21, Acceso a Centros de Esquí	30	Primera licitación declarada desierta. Se estima que nueva licitación se realizaría el 2017 o 2018	2.543.000 UF	-
Ruta Transversal O'Higgins (G692)	68	En estudio. Sin fecha estimada de licitación	300 millones de dólares	-
Autopista Santiago Marga Marga Quillota (incluye Santiago-Lampa)	Por definir	Iniciativa privada en estudio	Por definir	-
Puente sobre canal de Chacao	2,7	Estudio de diseño en curso	760 millones de dólares	De avanzar según lo programado, las obras deberían iniciar el 2016 por un plazo de 5 años

Fuente: Coordinación de Concesiones.

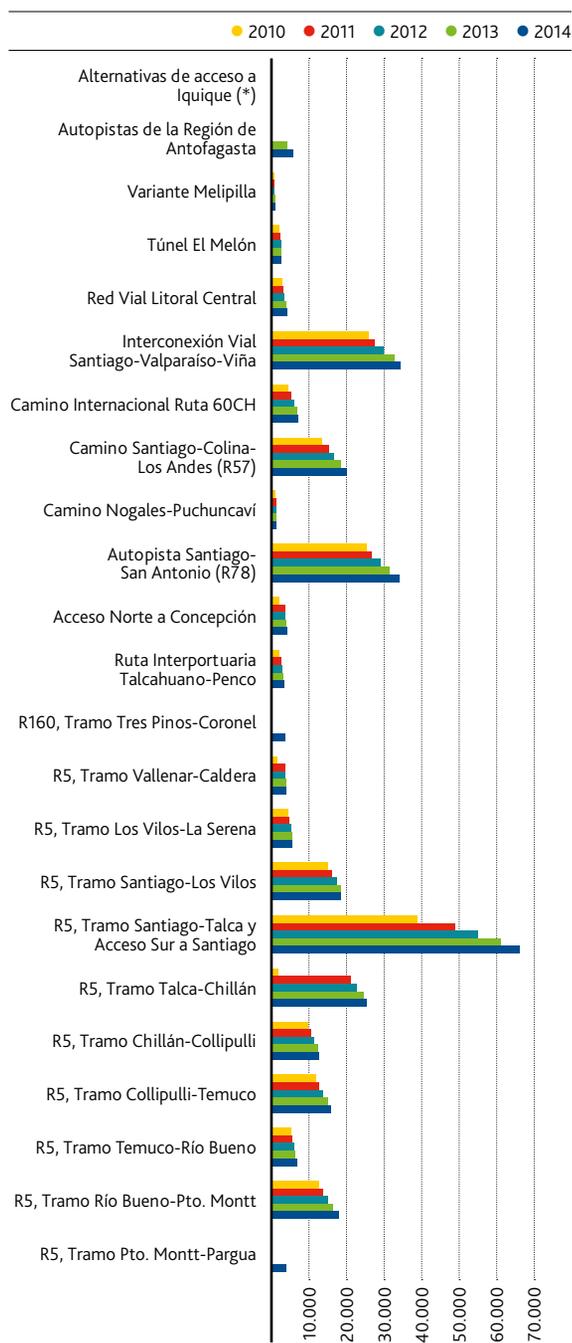
FIGURA 4.1
Localización de los proyectos concesionados por región



Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 4.2
Demanda histórica en concesiones en operación
 Miles de veh/año (suma de todas las plazas de peaje)



Fuente: Elaboración propia en base a MOP.
 (*) Puesta en servicio plazas de peaje R1: Nov 2014; R16: Sep 2015.

Ahora, respecto de los proyectos concesionados, se priorizó la Ruta 5 principalmente, intentando unir al país de norte a sur con igual estándar de calidad.

Se observa una mayor densidad vial en la zona central que se explica por la concentración de población y, en el caso de las vías transversales, por la operación de los dos mayores puertos del país, Valparaíso y San Antonio, ambos unidos a la capital por vías concesionadas.

En el norte grande, en cambio, dada la baja densidad de población y viajes, no se ha configurado una solución que -bajo un modelo de concesión- resulte viable para la inversión privada. En Antofagasta, por ejemplo, solo se han incluido rutas locales de gran importancia para la población y la industria minera, sin resolver aun su continuidad en similar calidad hacia el sur del país. Más compleja es la situación en las regiones de Aysén y Magallanes, sin conexión vial posible bajo concesiones, debido a lo accidentado de la geografía y a la muy baja densidad de población.

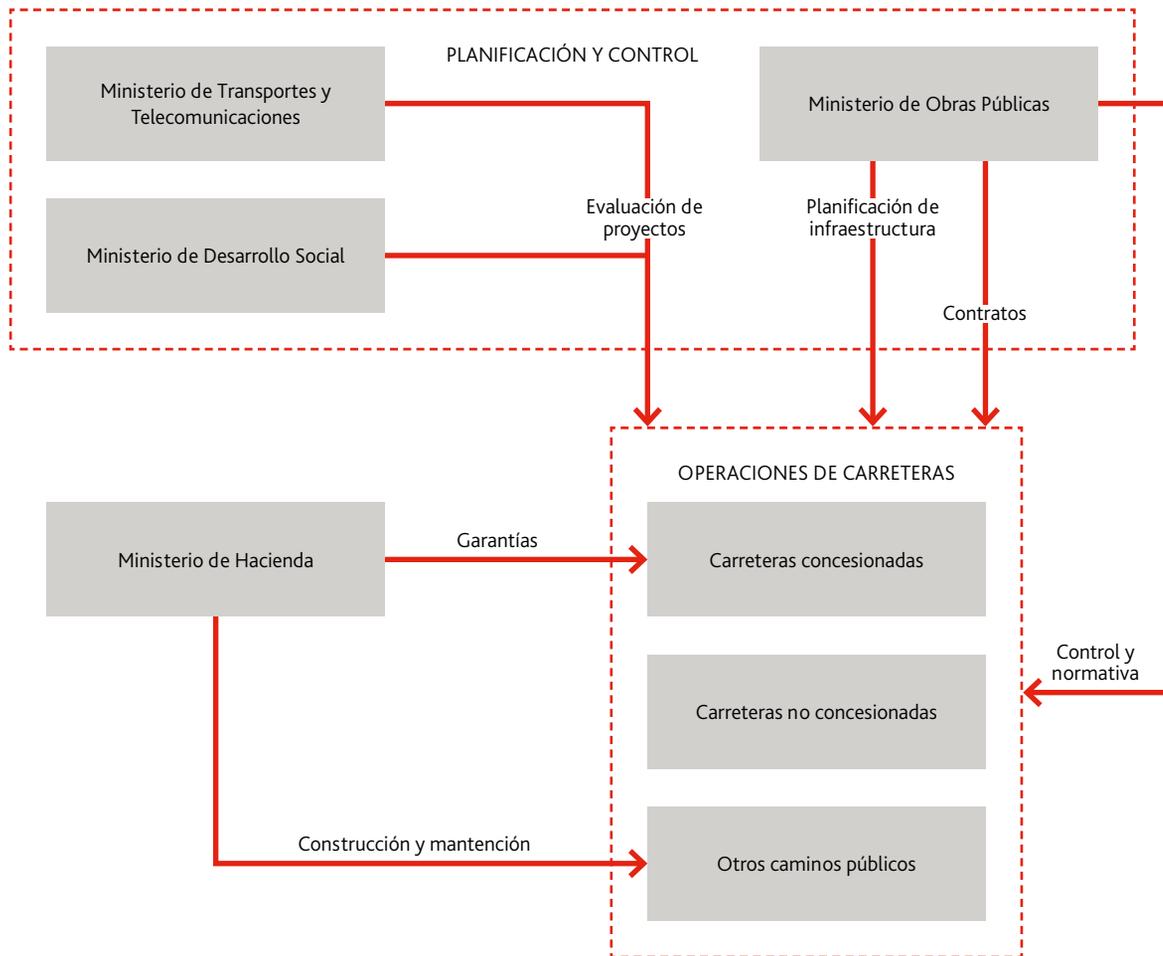
Así, como es esperable, los mayores flujos se registran en los tramos próximos a la Región Metropolitana y a los centros de actividad en Antofagasta, Valparaíso, Concepción y Puerto Montt y sus alrededores. Estas rutas son, en consecuencia, las más expuestas a congestión y, por tanto, las que podrían requerir mayores inversiones en el plazo 2015-2025.

MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

Igual que en otras materias, este ámbito presenta el problema de la existencia de funciones distribuidas entre múltiples agencias del estado. Cada una de ellas aborda su tarea parcialmente, sin que concurra una propuesta unitaria de un ministerio específico.

Es lo que ocurre, por ejemplo, en cuanto al desarrollo y control de avance de los planes. De hecho, en la planificación, aun cuando su componente más importante es el equipo del Ministerio de Obras Públicas (MOP), también interviene el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). Este último cuenta con las capacidades técnicas y facultades para formular planes estratégicos de infraestructura en esferas diversas (mayormente en transporte público, pero eso resulta más bien de una tradición que de una condición administrativa).

FIGURA 4.3
Esquema del marco regulatorio de la infraestructura vial interurbana



Fuente: Elaboración propia.



Así, el MOP regula al sistema concesionado, pero a su vez requiere la intervención y aprobación del Ministerio de Desarrollo Social (MDS) para validar la rentabilidad social de los proyectos de inversión pública (independientemente de su fuente de financiamiento). El MDS certifica con especialistas del MTT las herramientas metodológicas y criterios técnicos con los cuales se analizan las iniciativas.

Por otro lado, la fiscalización de los caminos públicos no concesionados es responsabilidad del MOP, pero requiere recursos desde el Ministerio de Hacienda para llevar a cabo sus planes.

Sin embargo, desde 2012 se estableció un vínculo más estrecho entre todos los ministerios que participan en la planificación y gestión de la vialidad, generando un trabajo conjunto y planes integrados que si bien no son vinculantes, al menos lograron ordenar las iniciativas y avanzar en la visión de largo plazo, tan necesaria en nuestro país.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

La proyección de necesidades hacia 2025 hace necesario explorar las tendencias globales que enmarcan al sector. Para esto es oportuno considerar diversas publicaciones dedicadas a identificar las directrices que marcarán el mundo en 2025, según las evidencias y expectativas recopiladas en diferentes países desde el ámbito de negocios².

Así, los diversos informes reconocen la propensión hacia una mayor concentración urbana como un evento de alto impacto y alta probabilidad de materializarse. También surge la infraestructura como uno de los aspectos de mayor incidencia, aunque debería ir acompañada por innovaciones que aún no se encuentran maduras. En este punto, se ha acuñado el término de *“Smart Infrastructure”* como tendencia cierta, con crecimiento sobre 10% por año en el mundo en términos de la incorporación de nuevos elementos de control y gestión, apoyados en tecnologías y medios digitales.

El concepto de *“Smart Infrastructure”* vale la pena explorarlo en Chile por dos razones: primero, porque inevitablemente es necesario plantear nuevos modelos de desarrollo y administración de la infraestructura y, segundo, porque en la medida que eso se logre, es posible que las inversiones puedan utilizarse de manera más eficiente y por más tiempo que las soluciones actuales, aumentando la rentabilidad económica y social de los proyectos.

Como referencia adicional, un indicador importante es el Índice de Competitividad Global que publica anualmente el World Economic Forum³. Este se compone de 12 pilares que reflejan diferentes aspectos determinantes de la competitividad, tanto de infraestructura como de gestión y solidez de las instituciones para 144

2 World's Top Global Mega Trends to 2025 and Implications to Business, Society and Cultures. Frost & Sullivan. 2012.

3 Global Competitiveness Index (GCI). World Economic Forum. 2015.

países. La comparación a través de estos indicadores resulta útil teniendo en cuenta que ellos se elaboran bajo iguales criterios de medición para todos los países analizados. Respecto al pilar de "Infraestructura", a su vez, se desagrega en múltiples dimensiones.

TABLA 4.5
Global Competitiveness Index, 2015

GCI: pilar de infraestructura de transporte	Chile	España	Portugal	Italia	Nueva Zelanda
Calidad general	48	14	15	66	29
Calidad de la infraestructura vial	35	11	4	49	43
Calidad de la infraestructura ferroviaria	79	4	25	32	44
Calidad de la infraestructura portuaria	35	12	25	56	20
Calidad de la infraestructura aeroportuaria	36	12	24	63	18

Fuente: World Economic Forum.

TABLA 4.6
Global Competitiveness Index, 2011-2015

Pilar 2: Infraestructura		2011	2012	2013	2014	2015
2. Índice general	Valor Índice	4,67	4,62	4,54	4,56	4,6
	Ranking	41	45	46	49	45
2.01: Calidad general	Valor Índice	5,51	5,39	4,98	4,74	4,6
	Ranking	32	31	45	50	48
2.02: Calidad de la infraestructura vial	Valor Índice	5,67	5,62	5,36	5,12	4,9
	Ranking	22	23	27	31	35
2.03: Calidad de la red ferroviaria	Valor Índice	2,29	2,62	2,67	2,46	2,4
	Ranking		64	65	73	79
2.04: Calidad de la infraestructura portuaria	Valor Índice	5,17	5,22	5,2	5,03	4,9
	Ranking	37	34	32	35	35
2.05: Calidad de la infraestructura aeroportuaria	Valor Índice	5,59	5,49	5,21	5	5,2
	Ranking	35	39	46	45	36

Fuente: World Economic Forum.



En el contexto general, la posición relativa de Chile en cuanto a infraestructura vial muestra que el país supera a otras naciones que usualmente se identifican como referentes en el índice (por ejemplo a Nueva Zelanda). Sin embargo, está lejos de España y Portugal, países reconocidos internacionalmente por el alto estándar de sus soluciones en carreteras.

Además, respecto a la evolución de ese componente en particular, se observa que en infraestructura vial, aunque nuestro país alcanza una posición competitiva mejor que algunos de sus referentes, ha evolucionado negativamente tanto en el valor del índice como en la posición relativa en los últimos años.

Como se puede observar, en vialidad se pierden 0,8 puntos en 2015 en comparación con 2011. Ello implica un cambio importante teniendo en cuenta que, por ejemplo, las inversiones aeroportuarias comprometidas superan los 700 millones de dólares, lo que probablemente contribuye al aumento de 2 décimas del índice respectivo en un año.

En consecuencia, una meta clara que se desprende de este análisis, como línea base de trabajo, es que el valor del índice no continúe deteriorándose. Tomando en cuenta esta situación, deberán realizarse además enormes esfuerzos para cerrar las brechas mientras los países de referencia continúan avanzando.

3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

En cuanto a la determinación de la situación actual de demanda y para realizar las proyecciones, se obtuvo la totalidad de los registros en plazas de peaje, para el mes de abril de 2015⁴, con detalle por tipo de vehículo, hora y sentido del viaje. Este detalle era necesario para dimensionar la demanda en las horas más cargadas en un mes representativo de temporada normal, y poder compararla con la capacidad en esa condición. Ello porque el uso de cifras agregadas impide detectar el riesgo de congestión en forma precisa. Los datos horarios de abril de 2015 no incluyen el efecto de semana santa ni vísperas de festivo.

Luego, este flujo máximo se proyectó al año 2025 aplicando en cada caso la elasticidad PIB de la demanda, estimada a partir de la serie histórica de crecimiento del producto y la serie de demanda respectiva. Esto resultó en tasas de crecimiento propias de cada tramo, que se aplicaron a los flujos de hora punta observados en 2015.

TABLA 4.7
Proyección del año en que se necesitará ampliación de capacidad

Concesión	Plaza de Peaje representativa del tramo	Tramo	Km en que se estima se debe incrementar capacidad	Año en que se alcanza la capacidad máxima (*)	Año en que se requiere esté operando nueva capacidad (**)
Interconexión vial Santiago-Valparaíso-Viña del Mar	Lo Prado	Santiago-Curacaví	46	2021	2017
	Zapata	Curacaví-Enlace La Pólvora	54	2022	2018
	Troncal Sur	Troncal Sur	21	2024	2019
Camino Santiago-Colina-Los Andes (R57)	Las Canteras	Santiago-Colina	23	2023	2018
Ruta 5, Tramo Santiago-Talca y Acceso Sur a Santiago	Angostura	Acceso Sur a Santiago-By Pass Rancagua (***)	39	2019	2017

Fuente: Elaboración propia.

(*) Considera una capacidad de 1.900 veq/hr por pista.

(**) Año en que se llega un total por sentido de 3.200 veq/hr como suma de ambas pistas de circulación, con lo que se estima una velocidad en hora punta entre 75 y 80 km/hr.

(***) Actualmente se está construyendo la ampliación en 7 de los 39 km y se está desarrollando la ingeniería de detalle para el resto de los tramos.

Puente Maipo: Actualmente en construcción como parte de las obras de Autopista Central (considerado como vialidad urbana).

4 Se solicitó la información detallada de plazas de peaje, por tipo de vehículo, hora y sentido, al Ministerio de Obras Públicas, a través del mecanismo que ofrece la Ley de Transparencia.



En los casos en que los datos históricos no estaban completos, se utilizó como referencia la información de tráfico en puntos de cobro de concesiones cercanas. Los datos se presentan como suma total al año, aunque en ciertos casos existen concesiones donde la puesta en servicio no alcanza a cubrir el año completo. En esos casos, se estimó el total equivalente al año utilizando proporciones de referencia.

Con los datos en cuestión se logra entonces obtener la capacidad por sentido, indicada en los gráficos a continuación, que se refiere a la capacidad teórica asociada al número de pistas del tramo sobre el que está ubicada la plaza de peaje. Esto no representa necesariamente la capacidad real, puesto que aspectos como la velocidad de atención en peajes manuales podría afectar negativamente este cálculo en puntos específicos. Lo anterior debido a que el objetivo es determinar la necesidad de aumentar la capacidad de oferta en la ruta y no la capacidad de atención en el punto de cobro. Así, se identificó un conjunto de casos que presenta necesidades de ampliación antes de 2025, debido a que la demanda proyectada supera la capacidad física disponible.

Además, como se observa en los siguientes gráficos, los resultados se analizaron para mostrar las tendencias de la demanda y su comparación con la capacidad, incluyendo la proyección de la demanda en tres escenarios (pesimista, base y optimista), consistentes con la evolución del PIB de referencia. En cada caso se incluye, además, el gráfico de la demanda máxima en hora punta y cuando corresponde, la marca de capacidad que se excede. Cuando esta línea no es parte del gráfico, significa que existe capacidad disponible por un plazo superior a 2025.

FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas

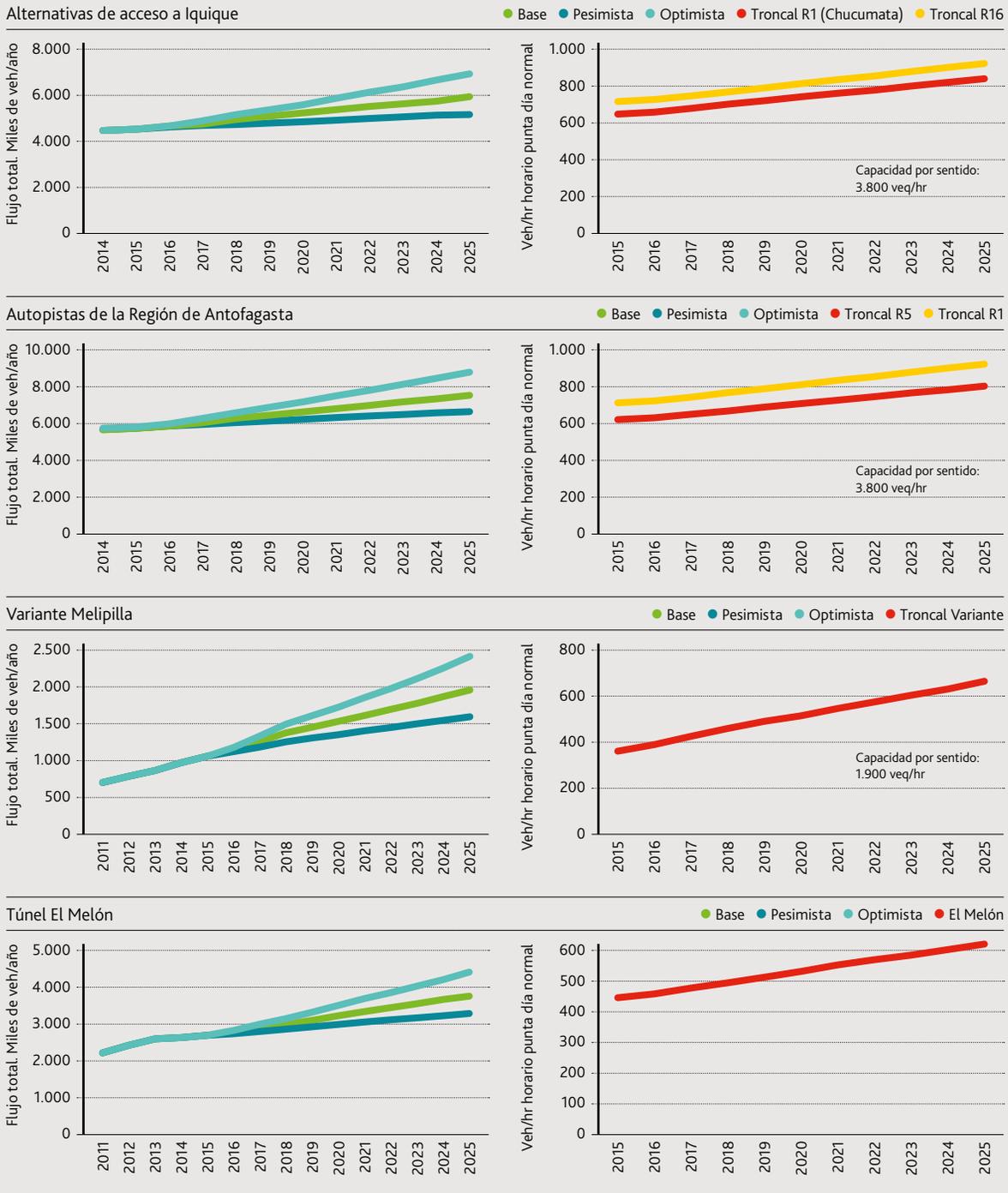




FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas (continuación)

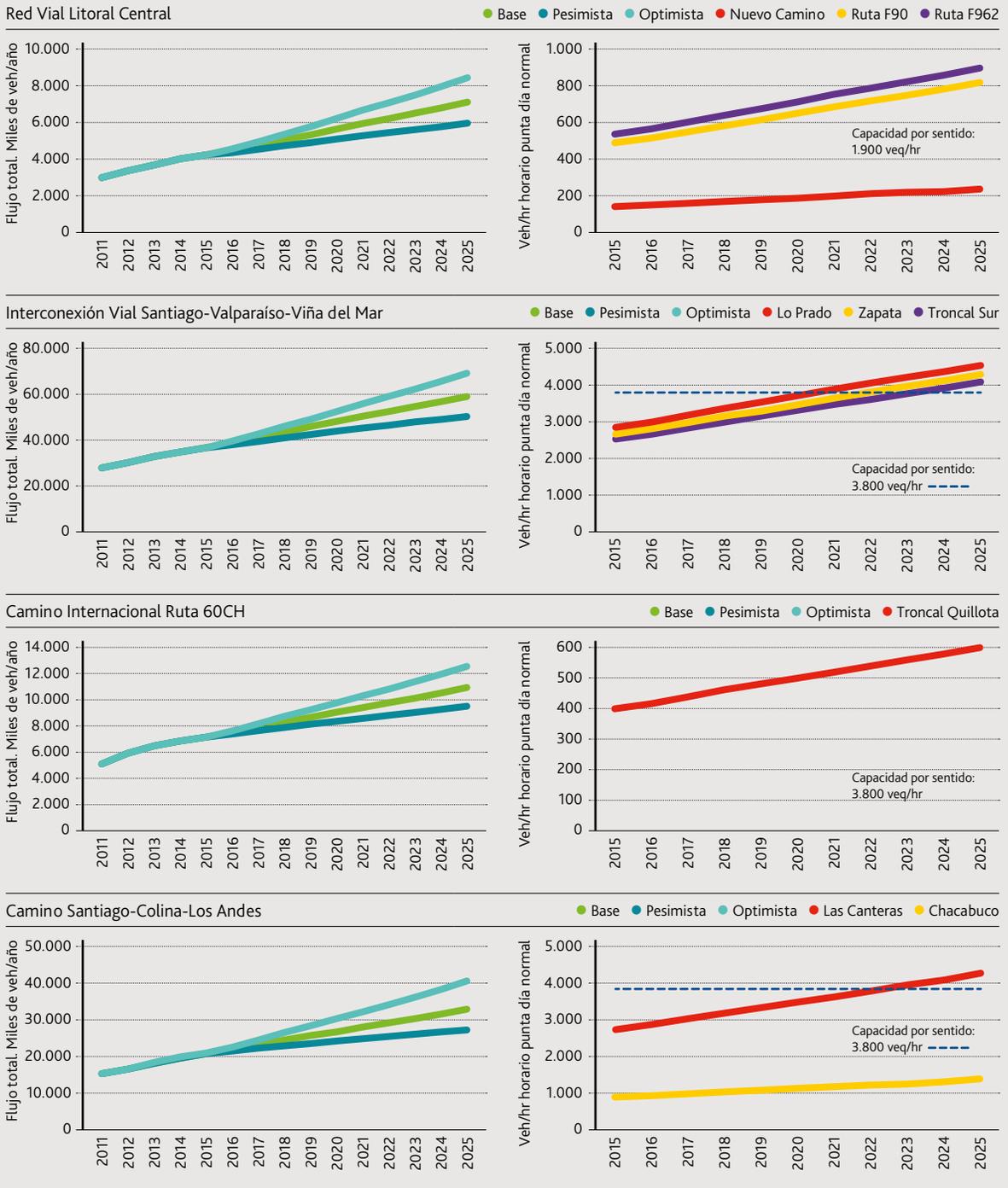


FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas (continuación)

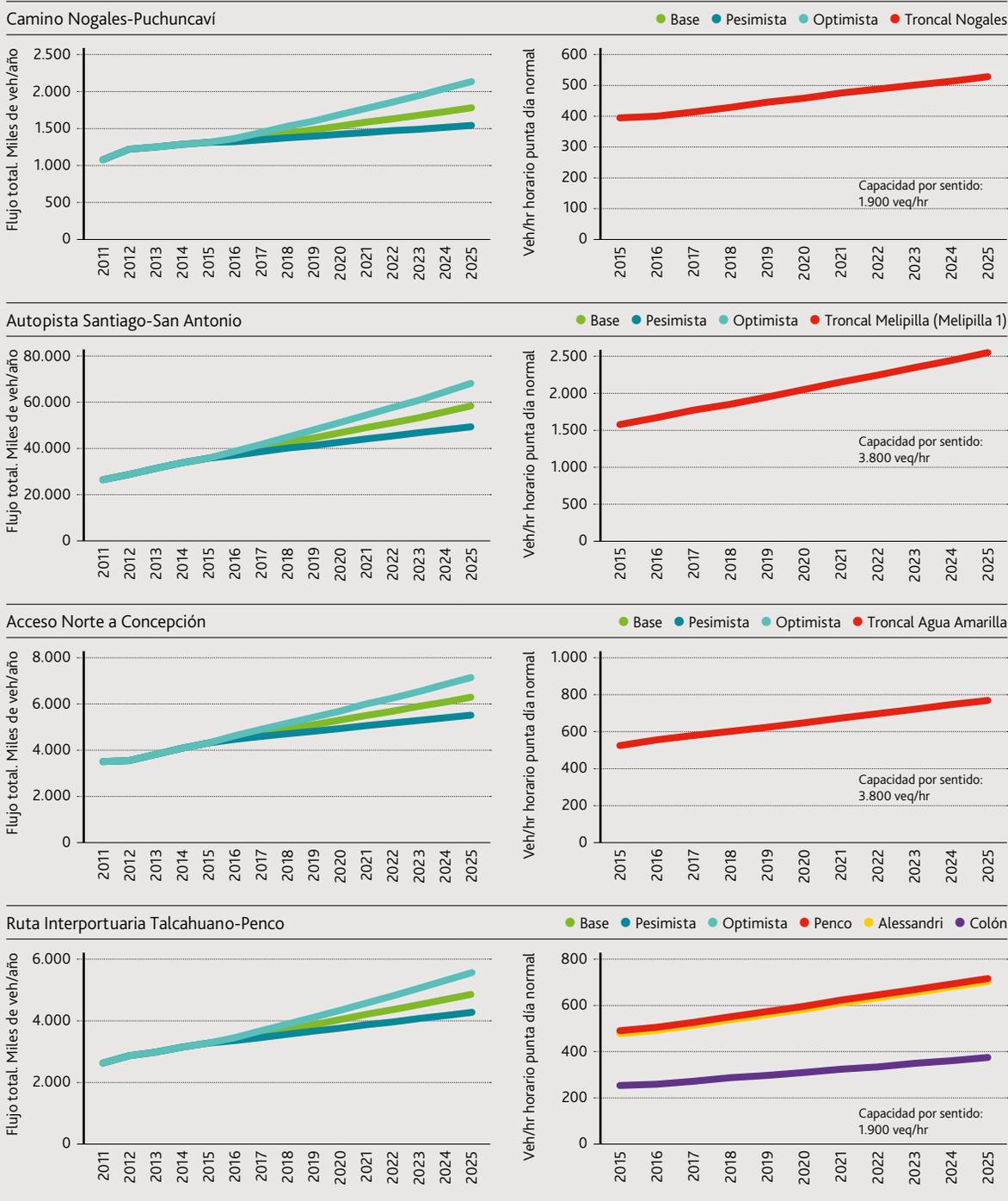




FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas (continuación)

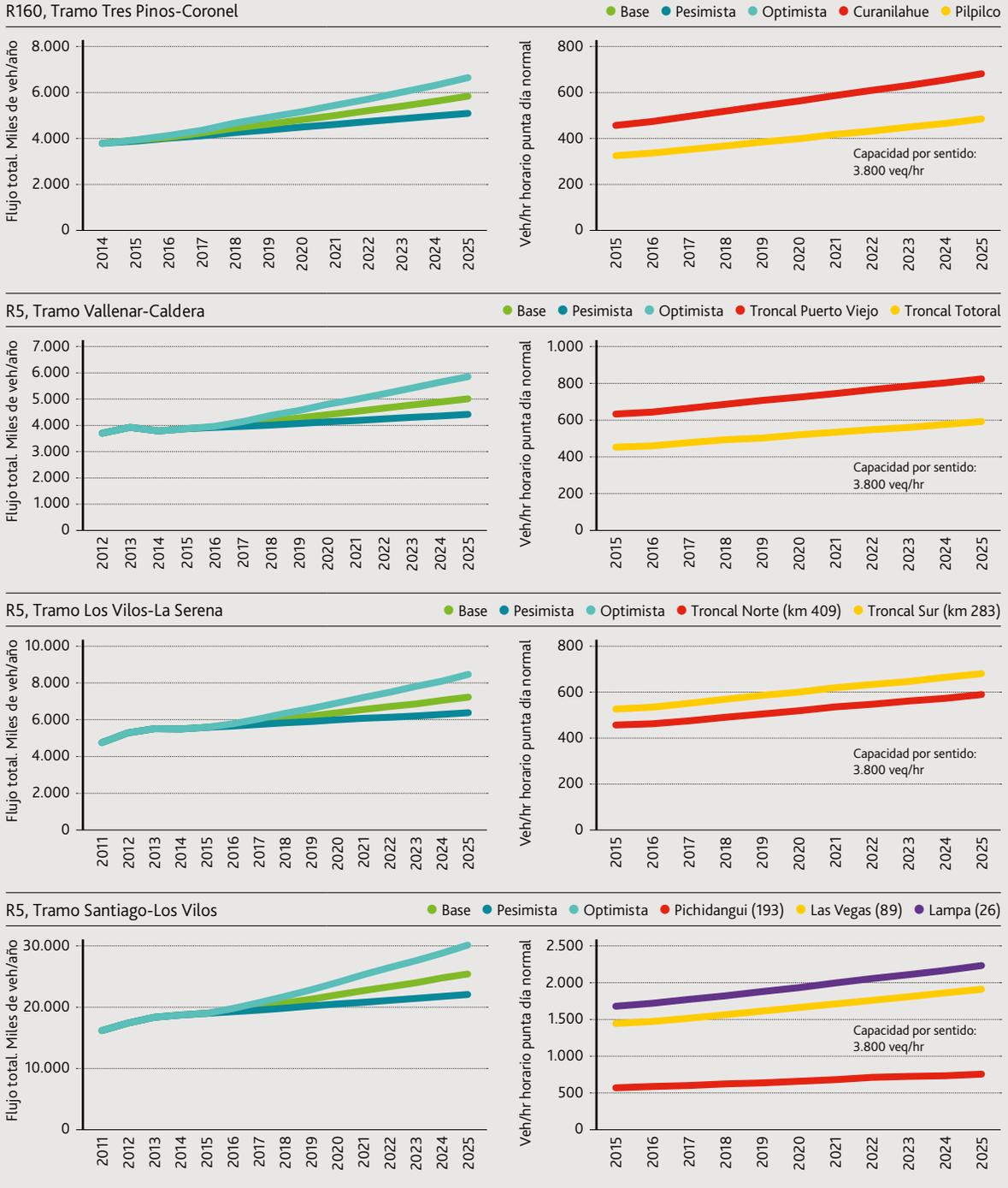
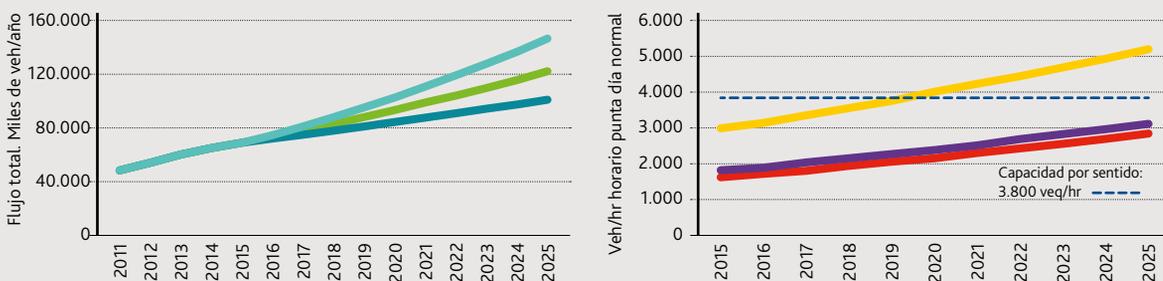
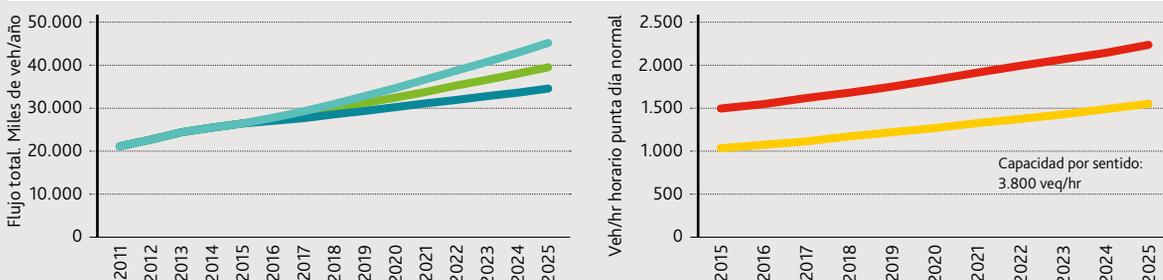


FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas (continuación)

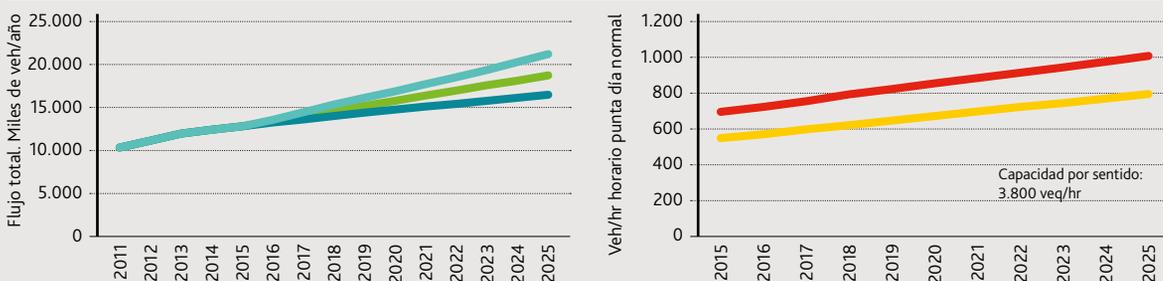
R5, Tramo Santiago-Talca y Acceso Sur a Santiago ● Base ● Pesimista ● Optimista ● Río Maipo (A.Sur 19) ● R5 Angostura (57) ● R5 Quinta (162)



R5, Tramo Talca-Chillán ● Base ● Pesimista ● Optimista ● Río Claro (km 220) ● Retiro (km 323)



R5, Tramo Chillán-Collipulli ● Base ● Pesimista ● Optimista ● Sta. Clara (km 445) ● Las Maicas (km 551)



R5, Tramo Collipulli-Temuco ● Base ● Pesimista ● Optimista ● Pua (km 624) ● Quepe (km 694)

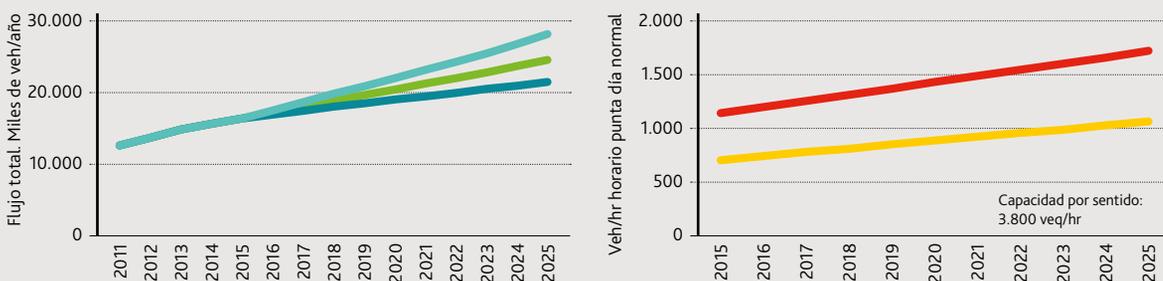
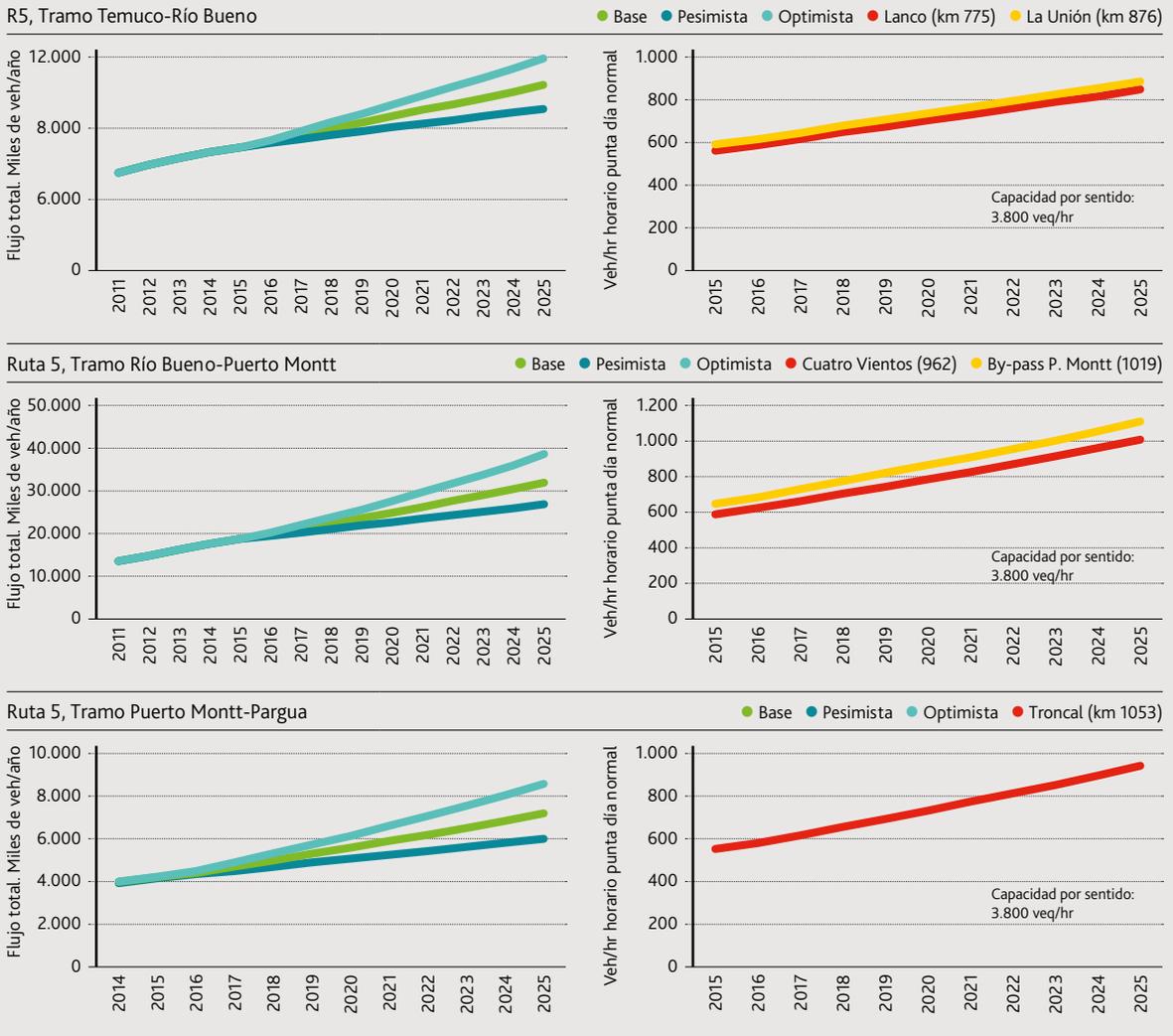




FIGURA 4.4
Proyecciones de demanda total y horaria para rutas concesionadas (continuación)



Fuente: Elaboración propia.

3.2 BRECHA EN BASE AL ESCENARIO FUTURO

Vialidad estructural concesionada

Ante el actual escenario, entonces, se indica la inversión requerida para ampliar la capacidad de pistas de las concesiones. La inversión requerida se estimó a partir de un supuesto unitario entre 1 y 2 millones de dólares por kilómetro, según la complejidad del tramo (nuevos túneles, puentes, entre otros).

TABLA 4.8
Requerimientos de inversión en vías concesionadas

Concesión	Plaza de Peaje representativa del tramo	Tramo	Kms de capacidad adicional requerida	Año en que se requiere la nueva capacidad en operación	Inversión estimada (Millones de dólares)
Interconexión vial Santiago-Valparaíso-Viña del Mar	Lo Prado	Santiago-Curacaví	46	2017	92
	Zapata	Curacaví-Enlace La Pólvora	54	2018	108
	Troncal Sur	Troncal Sur	21	2019	37,8
Camino Santiago-Colina-Los Andes (R57)	Las Canteras	Santiago-Colina	23	2018	46
Ruta 5, Tramo Santiago-Talca y Acceso Sur a Santiago	Angostura	Acceso Sur a Santiago-By Pass Rancagua	39	2017	153 (*)
Total					436,8

Fuente: Elaboración propia.

(*) De los 153 millones de dólares estimados, actualmente se encuentran en ejecución 61 millones de dólares para la construcción del tramo II. El valor de las inversiones proviene de información reportada en distintos medios por la concesionaria. Sin embargo para los Tramos I y III, se encuentran en desarrollo los estudios de ingeniería, información no disponible a la fecha de entrega de este informe.

En síntesis, el sistema concesionado, incluyendo proyectos en operación y en construcción, además de planes previstos hasta el año 2025, requiere inversiones adicionales por concepto de aumentos de capacidad. En ambos casos se determina la misma inversión, ya que el déficit de capacidad se registra antes de 2020 y el siguiente grupo requiere inversiones después de 2025 según los planes oficiales.

Adicionalmente, todas las concesionarias deben realizar obras de mantenimiento y conservación para mantener las condiciones de seguridad y nivel de servicio. Considerando un total de 3.205 kilómetros de vías concesionadas, tanto en operación como en construcción, se estimó un total de inversión, asociado a mantenimiento de las rutas concesionadas de **321 millones de dólares por año**. Esto es equivalente a un valor anual de mantenimiento de 3% de la inversión inicial, que podría distribuirse asumiendo años con menor inversión, seguidos de una mantenimiento mayor en ciertos períodos. Sin embargo, no se dispone de esa información, por lo que en este ejercicio se utilizó una proporción promedio fija.



TABLA 4.9
Requerimientos para conservación de vías concesionadas
 Millones de dólares

Ítem	2016-2020	2016-2025
Inversiones para conservación y mantención	1.605	3.021

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se indicó, existen 16 proyectos en la agenda de concesiones, varios de ellos están en estudio y algunas de las licitaciones incluirían la elaboración de los diseños de ingeniería, previos a las obras. En función del estado actual, se realizó el supuesto de fechas de construcción y operación de proyectos que se encuentran en estudio o que aún están sujetos a evaluación y presentan mayor complejidad. Ello es improbable antes del 2025 puesto que la experiencia de los últimos 30 años en este campo indica que proyectos complejos llegan a alcanzar los 10 años de estudios y negociaciones antes de iniciar obras. En consecuencia, solo se considera como brecha a aquellos que tienen alto potencial de materialización en el decenio.

TABLA 4.10
Requerimientos para nuevas vías concesionadas
 Millones de dólares

Ítem	2016-2020	2016-2025
Inversiones en nuevas concesiones	1.498	2.555

Fuente: Elaboración propia.

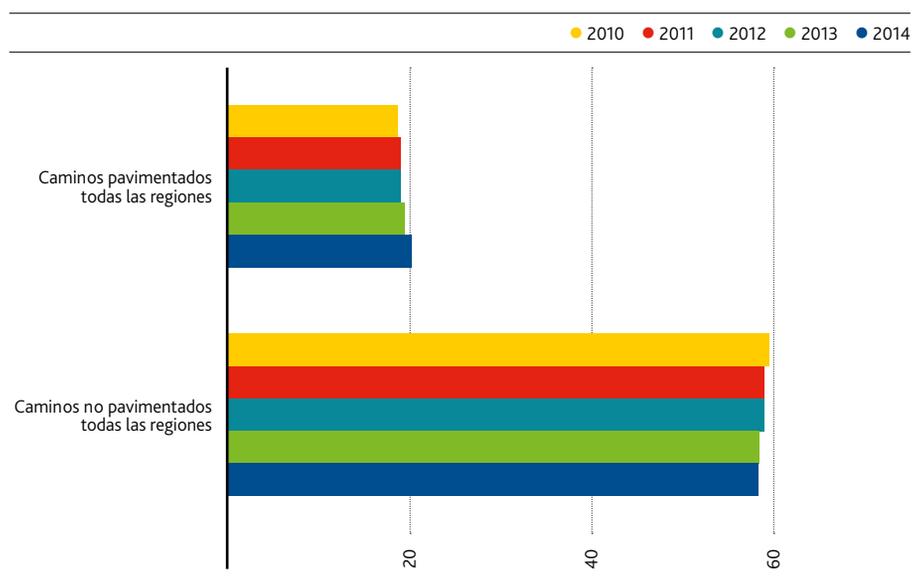
En resumen, según los montos de inversión requerido, es necesario destinar sobre 6.000 millones de dólares solo para mantención y ajuste de capacidad en los próximos diez años, sin incluir obras de mejoramiento que no necesariamente se relacionen con fluidez del tráfico (por ejemplo, elementos de seguridad, habilitación de espacios de servicio, mejoramiento de conexiones y similares).

VIALIDAD INTERURBANA NO CONCESIONADA

La revisión de estos casos, en el contexto de la ejecución de proyectos por parte del MOP, permite concluir que los niveles de inversión se mantendrían similares a los históricos, evolucionando en la misma tendencia en los próximos años, debido a que la capacidad de ejecución ya está instalada y existe una amplia cartera de proyectos alternativos para priorizar en el caso de eliminar alguno del listado inicial.

Se debe señalar que la brecha entre caminos pavimentados y no pavimentados en Chile es aun de enorme magnitud.

FIGURA 4.5
Comparación entre caminos pavimentados y no pavimentados en Chile
Miles de km



Fuente: Elaboración propia en base a MOP.

Por lo anterior, en función del programa de inversiones de la Dirección de Vialidad del MOP, se determinó el valor de la inversión para los próximos años por región. Los proyectos incluidos en el total consideran únicamente aquellos en ejecución (ya sea de arrastre o nuevos). El presupuesto requerido podría aumentar ilimitadamente y eso no tendría asociado necesariamente un incremento en las inversiones materializadas. La limitación en este caso está determinada por la capacidad de los equipos del MOP para abordar los estudios y planes, y más concretamente, para completar la ejecución de las obras. Por eso, mientras no cambie esa capacidad, la inversión pública en vialidad mantendrá cifras de tendencia aunque las necesidades crezcan a una tasa mayor. Por esto, si se reconoce la necesidad de avanzar en dimensiones que exceden la tendencia, el MOP requerirá contar con equipos suficientes y en ese caso el incremento en la ejecución probablemente ocurriría.



TABLA 4.11
Proyección de inversiones en vialidad no concesionada
 Millones de dólares

Región	2015	2016	2017	2018	Saldo
Arica y Parinacota	73,6	77,4	55,6	40,1	7,5
Tarapacá	68,8	81,8	38,2	6,6	0,3
Antofagasta	49,3	67	57,9	24,9	10,8
Atacama	63,3	54,7	45,9	3,6	0
Coquimbo	98,8	78,7	40,7	15,2	2,6
Valparaíso	64,1	74,9	51,6	9,5	0
Metropolitana	54	61	42,6	27,9	6,2
Libertador Bernardo O'Higgins	50,1	70,4	47,3	5,7	2,8
Maule	106,2	67,1	43,1	7,8	0
Biobío	131,5	154,1	96,7	30	14,2
Araucanía	143,5	74,4	29,7	5	0
Los Ríos	138,2	123,7	42,1	21,6	1,6
Los Lagos	227	208,9	195,8	140	393,3
Total Aysén	82,8	108,4	57,9	6,1	0
Magallanes	65,7	86,5	63,9	44,4	0,2
No Regionalizable	6,1	29,5	20	10,3	0
Total	1.422,90	1.418,50	928,9	398,5	439,6

Fuente: MOP.

Para estimar el total en los períodos 2016-2020 y 2016-2025, se supuso que el nivel de inversión se mantendría similar a los últimos años, ya que, a pesar de observar una baja para los años futuros, lo que ocurre en la práctica es que los proyectos se completan a medida que se ejecutan los anteriores y, por lo tanto, la inversión futura debería mantener valores similares a los actuales como resultado de la superposición de las etapas.

TABLA 4.12
Resumen de inversiones requeridas en vialidad interurbana no concesionada
 Millones de dólares

Ítem	2016-2020	2016-2025
Inversiones en vialidad no concesionada via MOP	7.093	14.185

Fuente: Elaboración propia.

4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

Chile cuenta con los instrumentos y la capacidad financiera para llevar adelante las inversiones requeridas. Sin embargo, estos dos elementos por sí solos no son suficientes para activar los procesos. Dada la magnitud de los recursos necesarios y su importancia para mejorar la productividad del país, resulta evidente la urgencia de actuar sobre los siguientes aspectos:

- Formalizar el análisis de demanda/capacidad para todas las vías estructurales nacionales y establecer una lista priorizada de proyectos de mejoramiento, ampliación y nuevas rutas, que cuente con el respaldo de agencias públicas y el sector productivo privado.
- Comprometer un programa de nuevas concesiones anticipando adecuadamente el desarrollo de bases de licitación, definiciones técnicas sobre cada vía, modelos de negocios y evaluación de los proyectos. Una tarea regular en este sentido es indispensable para mantener el atractivo de Chile como objetivo de inversiones y, principalmente, para evitar que la falta de capacidad se transforme en pérdida de competitividad.
- Integrar la planificación de rutas públicas y de gestión privada, a partir de sus roles en la economía y su relación con determinados sectores productivos. Cada vez se hace más necesario instalar la visión de integralidad de los proyectos de infraestructura y avanzar hacia su gestión eficiente. Para esto, contar con un Plan Maestro de Vialidad Interurbana que incluya ambos tipos de inversiones es una necesidad prioritaria. Este Plan Maestro debe ser concreto, estar evaluado y establecer plazos para la habilitación de cada proyecto. Así podrá desencadenarse un proceso de trabajo constante que evitará déficit de oferta, cuyo costo es alto para Chile. El esfuerzo dedicado a esta tarea puede tener gran valor, a diferencia de la elaboración de nuevas listas de posibles proyectos sin su correspondiente bajada a un estado concreto, que lo acerque a la ejecución (al menos ingeniería de detalle). Esto último no aportará al avance necesario.
- Incorporar conceptos como “Smart infrastructure” en la planificación. La consideración de nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia de uso de las vías es actualmente alcanzable y conveniente. Se requiere anticipación para adaptar manuales y reglamentos y para incorporar estos conceptos formalmente en los nuevos contratos de concesión y en las especificaciones técnicas de los proyectos. Esto involucra no solamente telecomunicaciones y sensores. También sistemas de habilitación dinámica de pistas, cambios en flujos, sistemas de señalización, información a los usuarios y una cantidad importante de aspectos que al no estar normados, solo se pueden considerar en forma complementaria y sin efectos significativos en el total.
- Teniendo en cuenta el interés de conectividad de todo el territorio, explorar alternativas innovadoras de conexión entre lugares de producción y consumo adquiere relevancia. Así, por ejemplo, desvíos



menores desde rutas principales, pueden mejorar la captura y aportar a la integración. Es decir, considerar en los diseños de ingeniería y en los trazados, aspectos que, sin perjudicar el diseño completo (sacrificando solo marginalmente el óptimo de los proyectos), favorezcan especialmente a las comunidades aisladas.

- Estudiar nuevos modelos de negocios y sistemas de pago. Los cambios tecnológicos tendrán un impacto sobre el uso de la infraestructura. Se necesita contar con una visión clara sobre las perspectivas de incorporación de nuevos mecanismos de control y pago. Invitar al desarrollo de iniciativas privadas en esta dirección parece una opción oportuna.
- Avanzar en la elaboración de proyectos es urgente. En efecto, las inversiones solo pueden materializarse una vez que se cuenta con los antecedentes en niveles de detalle suficientes y que los riesgos se han dimensionado con precisión razonable. Aunque existe una cantidad importante de iniciativas en listas de índole diversa, en el MOP y en otras entidades públicas, el número de ellas que cuenta con este respaldo es muy limitado.
- Promover la discusión respecto al Fondo de Infraestructura⁵, más allá de las definiciones conceptuales. Explorar su viabilidad legal y financiera, impactos en la administración y financiamiento públicos, requerimientos de implementación, entre los temas más importantes. Formalizar instancias para esta discusión y acoger las opiniones de especialistas, bancos e inversionistas es un camino recomendable en la etapa actual.
- Establecer metas para las licitaciones, implementación de proyectos y revisión de ideas privadas. Los plazos actuales no reflejan la urgencia de contar con nuevas soluciones en el mediano plazo.

5 Según propuesta del Consejo de Políticas de Infraestructura. El tema se encuentra actualmente en nivel conceptual y su implementación debería realizarse considerando discusión público-privada y, sobre todo, teniendo en cuenta las necesidades más urgentes del país en cuanto a conectividad terrestre.

Conectividad austral

El Plan Especial de Desarrollo de Zonas Extremas, elaborado por el MOP a mediados de 2014, actualiza el plan de inversiones previo y establece el destino de los recursos. En este caso se trata de mejorar el estándar de los servicios y aumentar el grado de confiabilidad de las conexiones en diferentes modos, considerando patrones de demanda similares a los actuales.

Los terminales portuarios del plan son de uso público, de alcance local o regional. Existen en Chile más de 300 instalaciones de este tipo, donde se concentra también el mayor número de recaladas del país, superando las 11.000 por año.

La tabla siguiente muestra el resumen de las inversiones que el MOP ha determinado financiar en la zona sur-austral, con los correspondientes límites geográficos. Estas ascienden a \$727.000 millones en el período 2014-2017, de los cuales más de 70% corresponde a pavimentación, quedando \$36.000 millones destinados a terminales portuarios. Las obras cubren construcción y reparaciones, habilitación de instalaciones y obras de refuerzo.

Inversiones MOP en terminales portuarios zona austral

Miles de millones de pesos

Zona	Límites	Total	Pavimentación	Aeropuertos locales	Terminales de conectividad	Otros
1	Puerto Montt-Chaitén	117.437	71	15	10	22
2	Chaitén-Coyhaique	243.495	215	12	9	8
3	Coyhaique-Cochrane	97.970	55	17		26
4	Cochrane-Villa O'Higgins	11.330	3	1	6	2
5	Villa O'Higgins-P. Natales	48.861	28	8	3	10
6	P. Natales-Punta Arenas	36.784	30	1	7	0
7	Punta Arenas-P. Williams	171.137	167	2	1	0
Total		727.014	567	55	36	69

Fuente: Elaboración propia en base a MOP.



Inversión programada por año zona austral

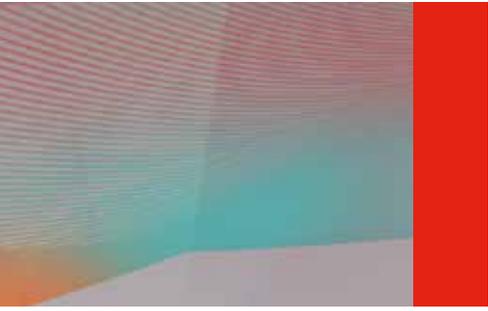
Miles de millones de pesos

Región	2014	2015	2016	2017	Subtotal 2014-2017	2017 en adelante
Los Lagos	27	34	63	49	173	109
Aysén	30	58	102	119	309	397
Magallanes	27	48	87	82	245	226
Total general	84	141	251	251	727	732

Fuente: Elaboración propia en base a MOP.

Dada la magnitud de estos recursos y su cobertura, cabe preguntarse sobre la conveniencia de incorporar participación privada bajo nuevos modelos de negocios en que pueda agruparse un conjunto de obras, de manera que se logren economías suficientes para su ejecución en zonas de difícil operación.

Inevitablemente, en este caso surge la necesidad de incorporar subsidios, debido a que la baja densidad poblacional y el escaso número de viajes hacen inviable el financiamiento a través de cobros por uso a las personas. A pesar de eso, resulta atractivo considerar opciones de desarrollo que precisamente contribuyan a consolidar la región sur-austral y gradualmente hacer factibles las iniciativas privadas.



Capítulo 5

AEROPUERTOS

1 | RESUMEN EJECUTIVO

La planificación de la infraestructura aeroportuaria intenta responder a necesidades de pasajeros y carga. En relación a esto último, la participación del modo aéreo en el transporte de carga en Chile no llega a 2% del volumen total movilizad. Los terminales de pasajeros en cambio, constituyen el componente de infraestructura más sensible a episodios de congestión y su nivel de servicio impacta directamente a millones de usuarios en todo el mundo. Dado lo anterior, el análisis se concentra en proyecciones de oferta y demanda de instalaciones para pasajeros.

Las altas tasas de crecimiento de la demanda doméstica (superiores a 10% anual entre 2006 y 2013), además de un aumento importante en viajes al exterior, muestran que el modo aéreo se ha posicionado como una alternativa accesible a amplios segmentos de la población. Por lo tanto, existe una creciente demanda, la cual genera, en ciertos casos, escenarios de tráfico por sobre la capacidad instalada. En síntesis, se puede señalar que:

- La planificación aeroportuaria en Chile revela¹ que, aun cuando la capacidad de pistas e instalaciones para operaciones aeronáuticas es suficiente hasta más allá de 2050, existe una situación de creciente estrechez en las áreas destinadas a pasajeros. En línea con lo mencionado, el análisis se enfocará en las necesidades de inversión asociadas con este tipo de obras.

1 Información provista por DGAC.



- Específicamente, la situación actual del aeropuerto internacional de Santiago es una muestra del costo que puede tener para los viajeros, las empresas y el país, el déficit de capacidad en los terminales.
- En definitiva, las inversiones requeridas en materia de infraestructura aeroportuaria, considerando concesiones y recursos públicos, ascienden a 1.729 millones de dólares en el período 2016-2025.

TABLA 5.1
Inversión estimada en aeropuertos
 Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Inversiones asociadas a concesiones	700	1.107
Inversiones asociadas a recursos del Estado (DAP)	311	622
Total	1.011	1.729

Fuente: Elaboración propia.

2 | RESEÑA DEL SECTOR

EL SECTOR AEROPORTUARIO EN CHILE

Existe en el país una red aeroportuaria compuesta por 344 aeropuertos y aeródromos. De ellos, 16 pertenecen a la red primaria y el resto a la red secundaria o pequeños aeródromos.

TABLA 5.2
Principales características de los aeropuertos red primaria

Ciudad	Nombre Aeropuerto	Inicio Concesión	Fin Concesión	Carga total 2014 (ton)		
					Nacional	
Arica	Chacalluta	Abr 2004	Abr 2019	2.458	579.636	
Iquique	Diego Aracena	Oct 2012	Dic 2016	6.016	1.171.795	
Calama	El Loa	Mar 2011	Mar 2026	1.699	1.360.998	
Antofagasta	Cerro Moreno	Nov 2011	Nov 2026	4.215	2.070.032	
Copiapó	Regional de Atacama	Oct 2002	Abr 2023	303	540.377	
La Serena	La Florida	Dic 2012	10 años o VPI (est. 2020)	158	724.874	
Isla de Pascua	Mataverí	No Concesionado		4.764	163.675	
Santiago	Arturo Merino Benítez	Sep 2015	Sep 2035	292.026	8.723.334	
Concepción	Carriel Sur	Dic 1999	Ago 2016	1.035	964.870	
Temuco	Región de la Araucanía	Abr 2010	20 años o VPI	103	504.147	
Valdivia	Pichoy	No Concesionado		48	152.620	
Osorno	Cañal Bajo	No Concesionado		71	78.132	
Puerto Montt	El Tepual	Mar 2014	Mar 2018	2.717	1.272.690	
Castro	Mocopulli	No Concesionado		16	67.105	
Balmaceda	Balmaceda	No Concesionado		1.842	430.320	
Punta Arenas	Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Ene 2010	15 años o VPI (est. 2021)	4.647	773.732	

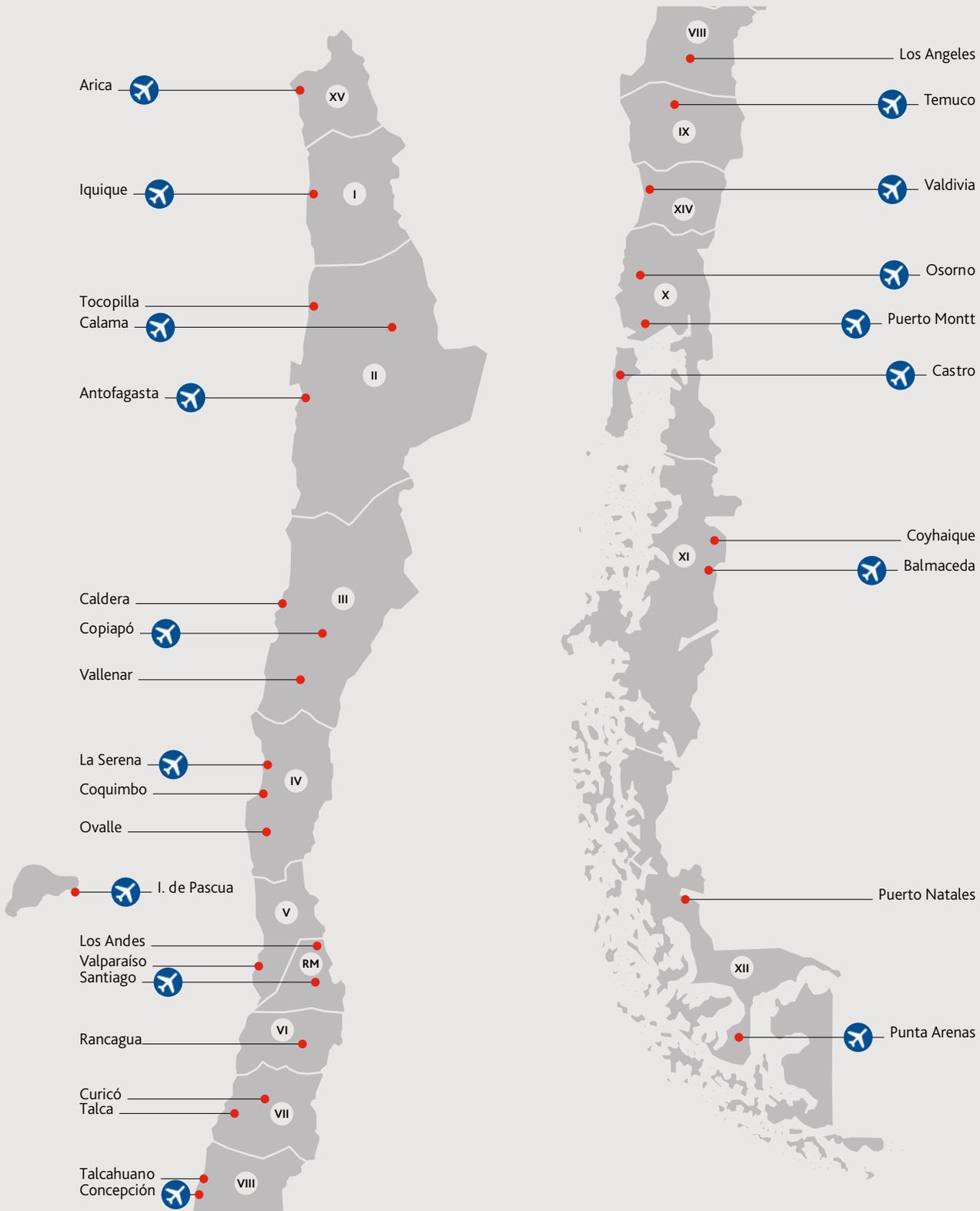
Fuente: Elaboración propia en base a Coordinación de Concesiones y Dirección de Aeropuertos.

(*): Total estacionamientos aeronaves. r: estacionamientos remotos; p: puentes de embarque (mangas).



Pax/año 2014 (Llegadas+Salidas)		Sist. Embarque/ desembarque (*)	Pista (m)		Superficie Edificio Terminal (m ²)
Internacional	Total		Largo	Ancho	
13.731	593.367	4 (2r+2p)	2.170	45	5.200
48.004	1.219.799	7 (4r+3p)	3.350	45	7.926
0	1.360.998	6 (3r+3p)	2.889	45	8.100
8.094	2.078.126	7 (3r+4p)	2.599	50	9.500
0	540.377	4 (4r+0p)	2.200	45	3.000
373	725.247	5 (5r+0p)	1.938	45	4.500
8.079	171.754	2 (2r+0p)	3.300	45	1.250
7.344.766	16.068.100	Actual:32 (14r+18p) Futuro:67 (0r+67p)	3.750 3.800	45 45	Actual: 109.000 Futuro: 294.000
600	965.470	9 (5r+4p)	2.600	45	8.209
0	504.147	4 (1r+3p)	2.440	45	5.307
0	152.620	3 (2r+1p)	2.100	45	2.200
0	78.132	3 (2r+1p)	1.700	45	2.150
0	1.272.690	9 (4r+5p)	2.650	45	9.900
0	67.105	2 (2r+0p)	2.000	45	1.000
0	430.320	3 (1r+2p)	2.501	45	2.400
4.055	777.787	5 (2r+3p)	2.790 2.400 1.677	45 45 45	7.000

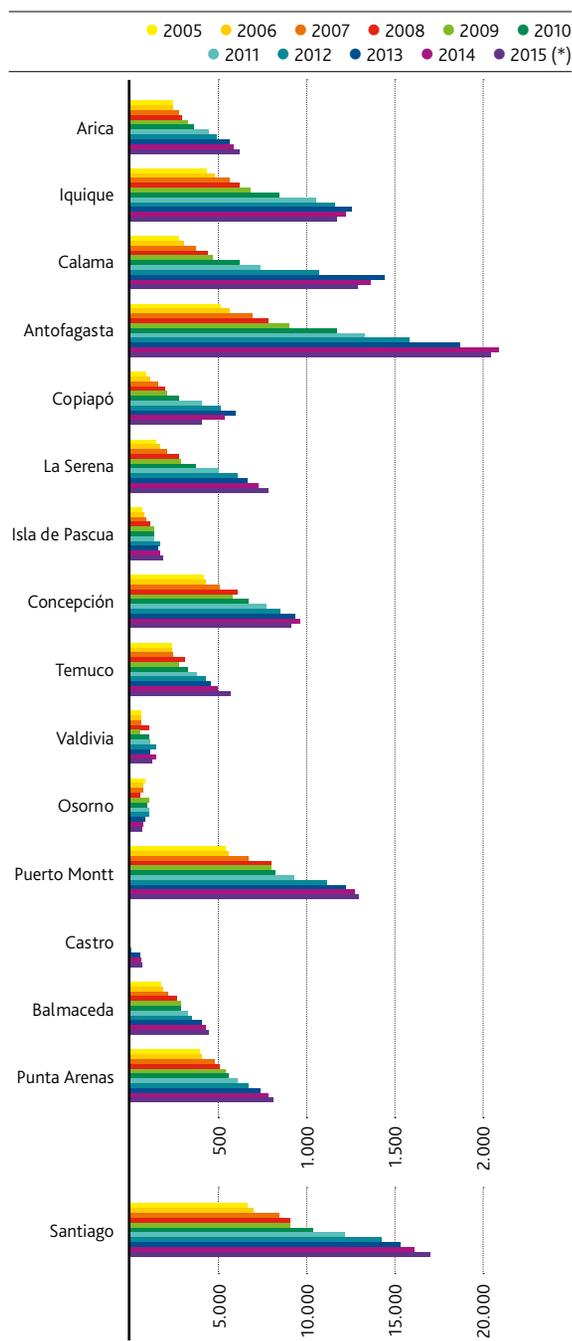
FIGURA 5.1
Localización aeropuertos red primaria



Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.2
Demanda histórica de pasajeros (llegada + salida)
Miles de pax/año



Fuente: Elaboración propia.
(*) Estimado con datos de enero a julio.

La información disponible muestra el ritmo de crecimiento de la demanda, que es particularmente alta desde 2007 en adelante, en todos los aeropuertos excepto en aquellos que en ninguna etapa han tenido una participación relevante en los viajes totales.

Se observa también que el impacto de los aeropuertos del norte es una parte del aumento, pero otros terminales como Puerto Montt o Concepción también han crecido a tasas altas en el período. Estos últimos reflejan la tendencia más estructural de la demanda, puesto que no responden a situaciones coyunturales o industrias específicas, sino a desplazamientos por motivos diversos.

MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

El transporte aéreo en Chile opera bajo condiciones similares a los puertos, con fuerte presencia de operadores privados, tanto en los servicios como en la infraestructura. A su vez, es supervisado y controlado por un conjunto de entidades públicas, cada una de las cuales aborda una parte del sistema.

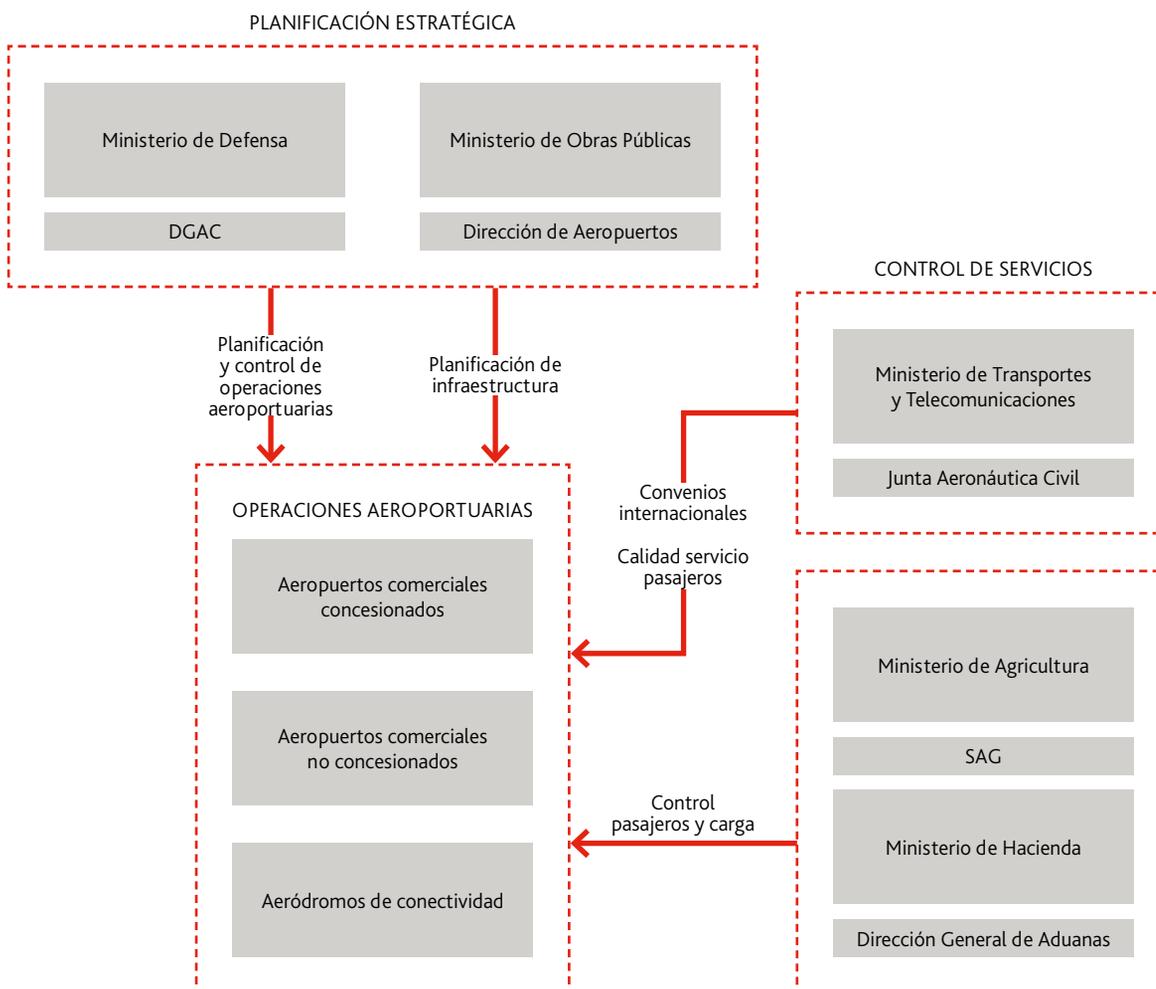
La planificación aeroportuaria se divide entre instalaciones de servicios (terminales), que inspecciona el Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Aeropuertos, y las operaciones aeronáuticas y seguridad de la aeronavegación, de las que se encarga la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), dependiente del Ministerio de Defensa.

En tanto, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), tiene un rol indirecto en el funcionamiento del transporte aéreo. Si bien no tiene una vía formal para intervenir en la planificación de la infraestructura, por medio de la supervisión de la Junta de Aeronáutica Civil, administra las estadísticas de pasajeros y carga además de participar en la

gestión de convenios internacionales. Así, el control de la calidad de servicio a los pasajeros es una de las alternativas de participación de la autoridad de transportes en las decisiones sobre aeropuertos.

En el caso de los vuelos internacionales, actúan los mismos servicios encargados de fiscalizar la entrada de mercaderías al país, tanto debido a su valor (Dirección Nacional de Aduanas) como a la protección del patrimonio fitosanitario (Servicio Agrícola y Ganadero, SAG). La Policía de Investigaciones (PDI) tiene a su cargo el control de ingreso y salida de pasajeros.

FIGURA 5.3
Mapa institucional sector aeropuertos



Fuente: Elaboración propia.



Los aeropuertos comerciales son operados en su mayoría por concesionarios privados que han desarrollado infraestructura moderna y funcional. El concesionario –en los aeropuertos concesionados– tiene la obligación de administrar los contratos de uso del espacio físico, asegurar los servicios a los pasajeros, coordinar servicios a las líneas aéreas, proveer facilidades a los servicios públicos y, en general, administrar mediante un contrato con el Ministerio de Obras Públicas, toda el área física de la concesión.

Existe además una red de aeródromos de conectividad administrados por el MOP y operados por la DGAC. En la zona sur-austral estos terminales tienen especial importancia para asegurar el abastecimiento y conexión de la población de zonas aisladas con el resto del país. En menor medida, algunos aeródromos en el norte también se encuentran en esta categoría. No obstante, su rol es menos relevante que en el sur, donde, a pesar de las condiciones climáticas adversas, atienden un número importante de desplazamientos debido a la inexistencia de alternativas terrestres.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

Tendencias mundiales

En la actualidad, el uso del transporte aéreo conlleva múltiples propósitos. 15% de los viajes totales en avión que se realizan en todo el mundo corresponde a negocios, 27% tiene como propósito visitar a la familia y amigos, 51% se genera con fines de vacaciones y 7% tiene otros objetivos (traslados de tripulaciones, viajes médicos, viajes de posicionamiento)². Así, viajar en avión es cada vez más accesible. El segmento de negocios tenderá a mantenerse estable, mientras que se espera un alto crecimiento de los demás segmentos como resultado de cambios en la población, los hábitos de vida y la conformación urbana en el mundo.

Por lo tanto, las variables demográficas en este caso son críticas para entender el crecimiento proyectado. La globalización, que da lugar a familias distribuidas en diversos países, el acceso a oportunidades internacionales de estudio y trabajo, las vacaciones en lugares distantes y el comercio global, explica el crecimiento acelerado de la industria. Más aun cuando, sumado a lo anterior, se incorporan nuevos modelos de negocios, tales como las líneas aéreas de bajo costo. Estas últimas responden, precisamente, a las necesidades que estos cambios han generado.

Así, a pesar de crisis profundas (el ataque a las Torres Gemelas, el virus SARS y la crisis financiera de 2008, entre otras), el transporte aéreo medido en pasajeros-kilómetro ha registrado un crecimiento de 67% durante la última década. De hecho, cuando se analiza el comportamiento de la demanda en un plazo de 40 años, se observa que las crisis han producido declinaciones temporales de muy rápida recuperación. Por lo tanto, es plausible afirmar que la demanda se duplica cada 15 años. Esta tendencia es una conclusión sólidamente sustentada y compartida por todas las fuentes especializadas de la industria.

2 World Tourism Organization (WTO) 2013. Airbus Future Journeys. 2013.

Con todo, el estudio para el largo plazo que ha publicado Airbus³ y que coincide con las proyecciones de Boeing, anticipa la configuración del mercado en las próximas décadas. Entre las tendencias dominantes se encuentran las siguientes:

- La alta concentración urbana y la consolidación de las “mega-ciudades”, potenciándose como polos de producción y consumo. Actualmente se estiman 42 mega-ciudades, las que concentran 93% del tráfico aéreo de larga distancia y generan casi 1 millón de viajes internacionales por día. Hacia 2032 se prevé que existan 89 mega-ciudades en el mundo y que los viajes diarios de larga distancia generados por esos centros urbanos alcancen los 2,2 millones. En ese caso, 99% de ese tráfico se relacionará con alguna de estas mega-urbes.
- El crecimiento de la población mundial, desde 7.100 millones en 2012 a 8.400 millones en 2032, tendrá asociado un incremento sustancial de la participación de la clase media en los segmentos del mercado. En efecto, mientras el total de personas clasificadas en esta categoría se mantendrá casi constante entre 2012 y 2032 en Europa y Norteamérica, se espera que se cuadruplique en los países de Asia-Pacífico y se duplique en otros mercados.
- Un tercio de la población mundial viaja en avión en la actualidad, pero dos tercios aún no lo hace. Ello representa un desafío para las líneas aéreas en cuanto a instalar mecanismos atractivos que les permitan captar a los nuevos pasajeros que se incorporarán. En 2032, dos tercios de la población de países emergentes hará al menos un viaje en avión al año. El número de personas estudiando en el extranjero se ha más que duplicado entre 2000 y 2010. Este tipo de permanencia es un generador de viajes en avión.
- Las corrientes migratorias han dado lugar a la salida de más de 20 millones de personas desde diferentes países en América Latina, para instalarse en Europa y Estados Unidos principalmente; otros 20 millones han salido de países asiáticos y poco más de 10 millones desde África. Se produce así la necesidad de viajar largas distancias para visitas familiares y trámites de instalación.
- El precio del ticket promedio para un viaje doméstico en Estados Unidos ha bajado 43% entre 1980 y 2012, con una tendencia sostenida a pesar de los períodos en que el precio de los combustibles creció.
- La tasa de crecimiento anual proyectada para el ingreso por pasajero-kilómetro es 4,7% en promedio mundial para los próximos 20 años. Para el mismo período se anticipan diferencias sustanciales entre regiones: 5,5% al año en Asia-Pacífico y 6,0% en América Latina, lo que debería tener un impacto directo sobre el mercado en Chile.

3 Airbus Global Market Forecast, 2013-2032.



- En grandes cifras, los ingresos por pasajero-kilómetros se duplicarán en 2032 respecto a 2012 en todas las regiones, excepto en Europa y América del Norte. Posiblemente esa situación se explica porque en esos países las tasas de participación del avión en los viajes son altas y la mayor parte de la población tiene acceso a este modo, lo que no ocurre en Asia, América Latina o África.
- Airbus proyecta que la flota en servicio pasará de 17.739 aviones en 2013 a más de 36.000 en 2032, de los cuales 29.000 aviones serán nuevos. Boeing⁴, por su parte, usando supuestos de crecimiento anual del PIB mundial de 3,2% y 4,1% de pasajeros, sitúa la cifra de 2032 en 35.200 aeronaves.
- Aspectos de regulación y tecnología como visas electrónicas, bases de datos compartidas y sistemas de fiscalización remota, facilitarán los procesos de viaje. En 2012, 64% de los países aun operaba con sistemas de visa tradicionales y solo 2% aplicaba visa electrónica. Se abre en este ámbito también una posibilidad de intercambio de alto volumen como resultado de la facilitación del cruce de fronteras.
- Las aerolíneas tradicionales que cubren redes internacionales, constituían 59% del mercado en 2012. Las aerolíneas de bajo costo en ese mismo año representaban 17% del total de viajes y se proyecta que lleguen a ser 21% en 2032. El resto se cubre con aerolíneas regionales y pequeñas redes.
- Por último, la tecnología modificará completamente la relación con los pasajeros, facilitando procesos de compra de tickets, traslados y permanencia en los aeropuertos. En lugar de ser espacios de espera, serán lugares en que las personas podrán acceder a numerosos servicios y comercio, haciendo más liviano y productivo el tiempo de espera, especialmente para quienes requieren instalaciones de trabajo.

En resumen, todas las proyecciones muestran perspectivas favorables para el transporte aéreo en el largo plazo. El crecimiento proyectado de la demanda se explica por una combinación de variables económicas, demográficas, de regulación y tecnológicas, que abren el modo avión a amplios segmentos de la población que nunca antes tuvieron acceso a usarlo.

Respecto a los terminales, la industria también atraviesa una etapa de cambio, derivada de la participación privada. Ello implica instalar modelos de negocios capaces de generar ingresos para financiar la construcción.

Las concesiones más modernas han dado a los terminales el tratamiento de grandes centros comerciales. Ya no se destinan solamente a la atención de pasajeros en los *counters* o a su ordenamiento en salas de espera. Los *ancillary services*⁵, actividades complementarias que generan recursos –por ejemplo Duty Free y similares– crecen en importancia variando entre 15% y 30% del ingreso total del concesionario en los aeropuertos de Estados Unidos y Europa.

4 Current Market Outlook. 2013-2032, Boeing.

5 Servicios adicionales de soporte.

Esta tendencia puede ser importante en la planificación de terminales en Chile, debido a que la superficie de diseño generalmente considera los espacios habituales de servicio, sin reservas para acomodar nuevas actividades como restaurantes o tiendas de alto estándar cuyo potencial de contribución a la recaudación puede hacer conveniente una inversión mayor.

Ahora, específicamente, la situación en Chile no es muy diferente del promedio mundial. Aunque la aerolínea nacional LAN ha mantenido una participación de mercado doméstico superior a 75% en la última década, otros operadores y particularmente Sky Airline han logrado consolidarse en mercados específicos. A pesar de esto, la empresa dominante ha determinado la tendencia del desarrollo de la industria en el nivel local.

Así, en Chile, el avión se ha masificado como modo de transporte interurbano desde mediados de la década iniciada el año 2000, lo que se explica en este caso por diferentes factores.

- La instalación de mecanismos de *revenue management*⁶ aplicada por LAN desde 2006, significó una reducción de 45% en las tarifas más bajas y 25% en las más altas. Esto fue posible a través de disminución de 25% en los costos⁷ y mejoras de eficiencia. Con una participación de mercado de 75%, estos cambios produjeron una reacción en todo el mercado.
- Como resultado de lo anterior, entre 2006 y 2008, más de 1 millón de personas nuevas se incorporaron al transporte aéreo en todo el país. Si bien la zona norte experimentó un crecimiento a tasas particularmente altas, la entrada de nuevos clientes ocurrió en todo el ámbito nacional. En el mismo período el segmento corporativo casi no varió, manteniéndose en aproximadamente 1,3 millones de pasajeros por año⁸.
- Entre 2012 y 2013, los pasajeros chilenos que viajaron en avión al extranjero en sus vacaciones de verano aumentaron 27% contra 11% observado en el mismo período en las rutas domésticas.
- Los programas de pasajero frecuente ofrecen la posibilidad de acceder a un gran número de conexiones. Por esta razón, las aerolíneas de mayor cobertura presentan ventajas frente a aquellas que proveen itinerarios en áreas limitadas. La fusión de LAN con TAM implicó, para los usuarios, la percepción de mayores oportunidades de conexión, contribuyendo al crecimiento de la demanda. En cuanto a los destinos, el crecimiento de las rutas domésticas más que duplicó la tasa anual de las rutas internacionales. Estas últimas mostraron un ritmo de aumento muy estrechamente vinculado a la evolución del PIB.

6 Mecanismos de discriminación de precios con información a nivel de micro-mercado.

7 Cambio de flota, mejores itinerarios, simplificación de comidas, menor tiempo de permanencia en tierra, servicios en hora punta laboral, menores costos en aeropuerto y un agresivo programa de fidelización, según se reporta en informes de la compañía.

8 Desafíos del *Revenue Management* en el modelo de negocios de LATAM Airlines Group. Agosto 2013.

- En el ámbito doméstico, la combinación de grandes proyectos de construcción para la minería, en una zona de escasa disponibilidad de mano de obra, disparó la demanda por viajes en avión para el traslado de trabajadores. Esta opción comenzó a hacerse conveniente debido al gran número de personas que era necesario trasladar, logrando ahorrar turnos como resultado del menor tiempo de viaje. La política de *revenue management* se aplicó también en este caso a través de ofertas atractivas para los asientos disponibles en viajes asimétricos (solo ida o solo vuelta), en los que se incorporó masivamente a nuevos pasajeros de regiones.

En resumen, en Chile, la demanda ha tendido a crecer en dos niveles que se superponen: el primero, estructural, que responde a las tendencias de la industria y el crecimiento económico, y el segundo, específico, como la construcción en regiones mineras.

Ahora, en un ámbito global, la International Air Transport Association (IATA), ha publicado estudios⁹ que reportan elasticidades de la demanda por viajes en avión considerando diferentes atributos de los viajes y características de las rutas. Las cifras, sustentadas con datos provenientes de más de 500 casos en diferentes países, permiten conocer la magnitud en que cambia la demanda por viajes en avión cuando crece el ingreso. Esta se encuentra por sobre la unidad, es decir, los viajes aumentan más rápidamente que el ingreso disponible.

TABLA 5.3
Elasticidad de demanda por viajes en avión

	Alcance del tramo	Elasticidad ingreso de la demanda		
		Estados Unidos	Otras naciones desarrolladas	Economías en desarrollo
Nivel local y de ruta	Corto	1,8	1,5	2,0
	Mediano	1,9	1,6	2,0
	Largo	2,0	1,7	2,2
	Ultra largo	2,2	2,4	2,7
Nivel nacional y regional	Corto	1,6	1,3	1,8
	Mediano	1,7	1,4	1,8
	Largo	1,8	1,5	2,0
	Ultra largo	2,0	2,2	2,5

Fuente: Iata.

9 IATA Elasticities REPORT, Diciembre 2007.

El análisis anterior ha mostrado consistencia con lo observado en Chile, donde los valores se han mantenido en estos rangos, con la excepción de los viajes al norte, cuyos valores cercanos a 3, se explican entre 2006 y 2014 por la combinación entre cambios en la oferta, alta inversión en construcción y escasez de mano de obra local.

Así, un ejercicio simple para dimensionar el tamaño del mercado alcanzable, consiste en calcular el porcentaje del ingreso por segmento que representa el valor de un pasaje. Para este caso, se seleccionó un conjunto de tarifas que se encontraban vigentes para el mismo vuelo, al mismo destino. Respecto a los segmentos, se utilizó la clasificación vigente de las empresas de análisis de mercado. Al suponer que cada segmento puede hacer un viaje al año por un precio equivalente a un ingreso mensual familiar, es posible estimar el número de hogares que podría integrarse al mercado de transporte aéreo en cada rango de tarifa.

TABLA 5.4
Mercado capturable según ingreso y tarifa a diferentes destinos

Viaje a Sao Paulo		Costo del viaje (US\$, Septiembre 2014)								
Tarifas de LAN (US\$)		440	532	625	717	810	902	994	1.087	1179
Ingreso familiar promedio (CLP/mes)		261.360	316.231	371.102	425.972	480.843	535.714	590.585	645.455	700.326
ABC1 (10%)	3.048.821	9%	10%	12%	14%	16%	18%	19%	21%	23%
C2 (20%)	1.049.045	25%	30%	35%	41%	46%	51%	56%	62%	67%
C3 (25%)	560.712	47%	56%	66%	76%	86%	96%	105%	115%	125%
D (35%)	346.379	75%	91%	107%	123%	139%	155%	171%	186%	202%
E (10%)	95.741	273%	330%	388%	445%	502%	560%	617%	674%	731%
Viaje a Iquique		Costo del viaje (CL\$)								
Ingreso familiar promedio (CLP/mes)		55.000	93.125	131.250	169.375	207.500	245.625	283.750	321.875	360.000
ABC1 (10%)	3.048.821	2%	3%	4%	6%	7%	8%	9%	11%	12%
C2 (20%)	1.049.045	5%	9%	13%	16%	20%	23%	27%	31%	34%
C3 (25%)	560.712	10%	17%	23%	30%	37%	44%	51%	57%	64%
D (35%)	346.379	16%	27%	38%	49%	60%	71%	82%	93%	104%
E (10%)	95.741	57%	97%	137%	177%	217%	257%	296%	336%	376%
Viaje a Puerto Montt		Costo del Viaje (CL\$)								
Ingreso familiar promedio (CLP/mes)		42.000	71.750	101.500	131.250	161.000	190.750	220.500	250.250	280.000
ABC1 (10%)	3.048.821	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
C2 (20%)	1.049.045	4%	7%	10%	13%	15%	18%	21%	24%	27%
C3 (25%)	560.712	7%	13%	18%	23%	29%	34%	39%	45%	50%
D (35%)	346.379	12%	21%	29%	38%	46%	55%	64%	72%	81%
E (10%)	95.741	44%	75%	106%	137%	168%	199%	230%	261%	292%

Fuente: Elaboración propia.



Aplicando este cálculo a los hogares en la Región Metropolitana, se puede estimar aquellos que aún están por incorporarse al mercado capturable para diferentes rangos de precio de los pasajes. Se incluye el porcentaje de hogares del total en la región que pertenece a cada segmento. Por ejemplo, una familia cuyo ingreso familiar promedio mensual sea \$560.000, es probable que logre financiar un pasaje al año por un valor equivalente a 47% de ese ingreso. Pero las familias en el segmento D, por ejemplo, deberían destinar más de dos ingresos mensuales en el año para acceder a un pasaje del precio más alto a Sao Paulo (o 75% del salario mensual en el más bajo).

Así entonces, se observa que el mercado para el transporte nacional podría crecer en segmentos de ingresos medios, como resultado del desarrollo económico, que debería inducir la incorporación de grupos hasta ahora rezagados.

Ahora bien, la disponibilidad a viajar en avión, medida como el total de viajes por persona al año, es aun baja en Chile si se compara con países desarrollados. En efecto, mientras este índice se sitúa cerca de 0,8 en nuestro país, el rango más frecuente de países OCDE es alrededor de 3, cuando el ingreso per cápita supera los 30 mil dólares¹⁰.

No obstante lo anterior, las previsiones de demanda originales realizadas para la concesión del aeropuerto internacional de Santiago, basadas en un escenario diferente de oferta, han sido largamente superadas en la realidad. Ello ha producido la estrechez de capacidad que experimentan las instalaciones actuales de Arturo Merino Benítez en todos los espacios destinados a pasajeros. Inversiones recientes han contribuido a mitigar el impacto de la alta demanda, sin embargo, solo el aumento de capacidad real que incorporará la nueva concesión, volverá a equilibrar oferta y demanda en un alto estándar de servicio. Tal hecho no sucederá antes de 2017.

Finalmente, también es posible que la consideración de nuevos modelos de negocios de aeropuertos (por ejemplo, incorporando áreas para fines comerciales en mayor proporción que los estándares actuales), haga necesario considerar volúmenes superiores de inversión que únicamente los previstos para las obras que permiten alcanzar un buen nivel de servicio solo en las operaciones de embarque y desembarque tradicionales.

10 Junta de Aeronáutica Civil - Instituto Nacional de Estadísticas - IATA - World Economic Forum. 2009-2012.

3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

Como se indicó en apartados anteriores, la comparación entre capacidad y demanda proyectadas, se realizó sobre la infraestructura de terminales, debido a que en la mayoría de los casos la capacidad aeronáutica (pistas y áreas de operación de las aeronaves) se encuentra cubierta para el largo plazo, incluso más allá del año 2025.

En el caso de las pistas, aquellas que requieren intervenciones, asociadas principalmente a un aumento de longitud, cuentan con proyectos o se encuentran en ejecución. En estos casos solo se anticipa la necesidad de inversión para mantener la infraestructura existente o sus extensiones. Los montos asociados forman parte de la estimación de requerimientos globales que se presenta en páginas siguientes de este informe.

Por su parte, el cálculo de la capacidad de los terminales se basó en las recomendaciones metodológicas de la Federal Aviation Administration (FAA), que provee indicaciones para el tratamiento de la información y establece estándares que deben cumplirse para una operación eficiente. Esta metodología se apoya sobre el total de pasajeros embarcados y desembarcados en cada terminal, además de establecer estándares mínimos de superficie para asegurar un nivel de servicio adecuado.

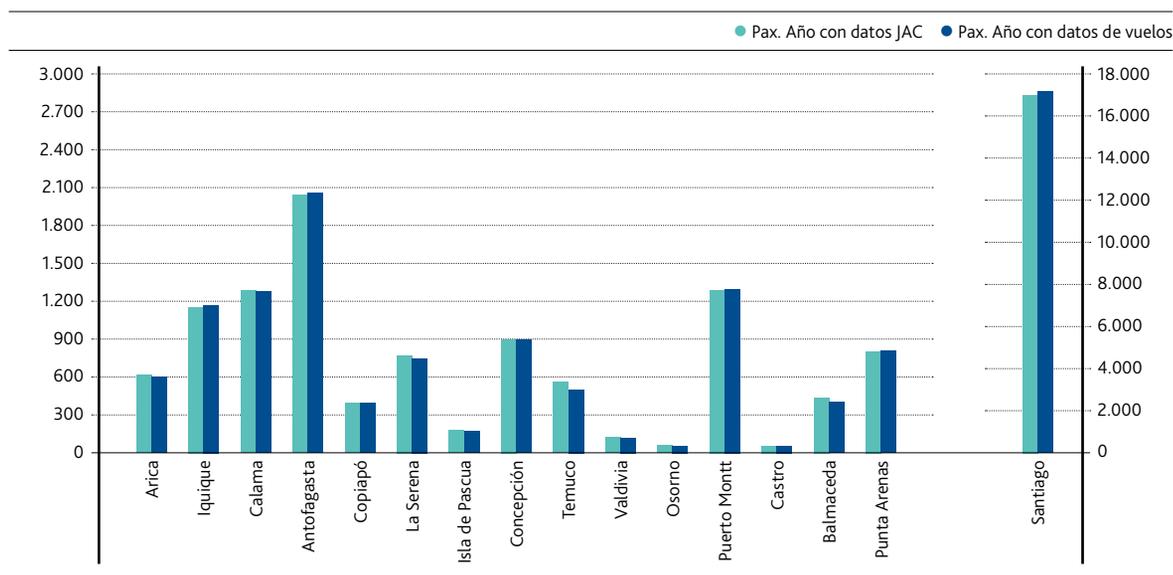
La metodología requiere también contar con supuestos de tiempos de estadía en cada terminal dependiendo si el vuelo es de llegada o de salida. Junto con ello, principalmente, la FAA define los estándares sobre la base de cargas horarias que no se encontraban disponibles. Estas fueron calculadas utilizando la metodología que se describe a continuación. Para estimar la demanda total por superficie de terminales, se recurrió a las estadísticas mensuales de pasajeros publicados por la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) para el año 2014 y las cifras disponibles entre enero y julio de 2015.

Ahora bien, los datos de la JAC se refieren a pasajeros totales como cifra agregada. Por ello fue necesario complementar esta información con un proceso de cálculo que consideró la distribución horaria de los vuelos y la carga de pasajeros en diferentes períodos del día. Tal método permite identificar episodios de congestión con mayor claridad. Así, se seleccionó un día laboral representativo del año 2015 y se revisó 100% de los vuelos que utilizó cada aeropuerto, diferenciando por hora de llegada y salida. A partir del análisis de una muestra de casos, se seleccionó un día de referencia y se desagregó sobre esta base, la información de la JAC. Luego se proyectó para obtener el equivalente anual desde la información de vuelos. El resultado de este ejercicio se comparó con el total anual estimado utilizando datos agregados de la JAC 2015 como valor de contraste.

Después, una vez validada la estimación anual para 2015 a través de la información de llegada y salida de los vuelos, se procedió a estimar la demanda de pasajeros en el horario más cargado en cada aeropuerto según el método de la FAA, utilizando supuestos sobre los tiempos de estadía por pasajero y diferenciando si la persona llega o sale del aeropuerto.



FIGURA 5.4
Estimación de pasajeros anuales por aeropuerto 2015 (llegada + salida)
 Total pasajeros anuales (miles)



Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que los supuestos de estadía no consideran el tiempo que el pasajero está al interior del avión ni en los estacionamientos, por ejemplo, ya que solo se requiere conocer el tiempo de uso del terminal y la forma en que se superponen los pasajeros que llegan y salen en distintos horarios. Los valores son estimaciones basadas en observación de casos tipo.

TABLA 5.5
Tiempo promedio de estadía considerado en terminal por pasajero

Tipo de vuelo	Pasajeros anuales (llegada + salida)	Vuelo de llegada	Vuelo de salida
Vuelo Nacional	menos de 1.000.000	10 min	30 min
	entre 1.000.000 y 2.000.000	15 min	35 min
	entre 2.000.000 y 3.000.000 (solo Antofagasta)	20 min	45 min
	más de 3.000.000 (solo Santiago)	25 min	60 min
Vuelo Internacional	menos de 1.000.000 (Iquique)	40 min	1 hr y 40 min
	más de 1.000.000 (Solo Santiago)	1 hr y 15 min	2 hr y 25 min

Fuente: Elaboración propia.

Para contrastar el resultado, es útil tomar las referencias de la FAA. Esta, define una proporción del total de pasajeros anuales que representa típicamente el flujo en hora punta, a través de lo que se denomina Typical Peak Hour Passengers (TPHP).

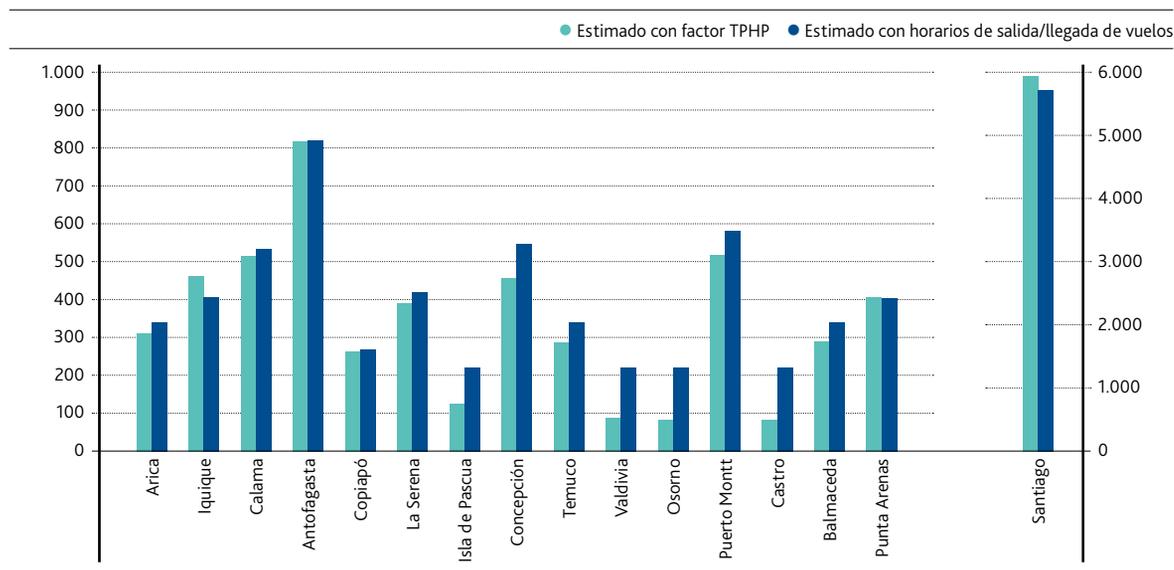
TABLA 5.6
Pasajeros en hora punta típica (TPHP)

Millones de pasajeros anuales	TPHP (%)	Millones de pasajeros anuales	TPHP (%)
20,00 o más	0,030	0,50 a 0,99	0,050
10,00 a 19,99	0,035	0,10 a 0,49	0,065
1,00 a 9,99	0,040	Bajo 0,10	0,120

Fuente: FAA.

Así, se estimaron los pasajeros en la hora más cargada en cada aeropuerto de dos formas: la primera, utilizando el método de la TPHP y, la segunda, a través de lo anteriormente descrito en función de los horarios reales de salida/llegada de los vuelos.

FIGURA 5.5
Estimación de pasajeros por terminal en hora punta
Total pasajeros horas punta



Fuente: Elaboración propia.



Tras los análisis, se observa que se producen diferencias entre ambos métodos en el caso de los aeropuertos con menores frecuencias de vuelos. Entonces, considerando que el ajuste general y total es mejor utilizando la información de vuelos por terminal (y además es la cifra real observada), se utilizó ese método para desarrollar las proyecciones. Por tanto, para estimar la capacidad en hora punta típica se utilizó la recomendación de la FAA que define un estándar de 10 m² por pasajero en la hora punta típica para un terminal que solo tiene movimiento nacional y 25 m² por pasajero para el caso de un edificio terminal de carácter exclusivamente internacional.

Cabe señalar que el estándar para un terminal con movimiento internacional es mayor debido principalmente a que existe un mayor número de acompañantes por pasajero, mayor volumen de equipaje y la necesidad de instalaciones adicionales como, por ejemplo, espacio para la localización de Policía Internacional.

Entonces, en el caso del aeropuerto de Santiago, donde 47,4% corresponde a pasajeros de vuelos internacionales y 52,6% a vuelos nacionales, el factor utilizado es una ponderación que resulta en 17 m² por pasajero, para cumplir con el estándar definido por la FAA. Si bien el nuevo aeropuerto, en su configuración define un sector para pasajeros nacionales y uno distinto para pasajeros internacionales, el diseño permite modificar el uso de los espigones centrales para uso doméstico o internacional, por lo que un factor único ponderado, en este caso, se ajusta mejor que cifras separadas por terminal.

Se indica también que la hora más cargada corresponde a un día normal de operación y, por lo tanto, deja fuera los fines de semana largos u otros eventos en que el aeropuerto ve superada su capacidad de operación por situaciones puntuales, tal como ocurre también en otros tipos de infraestructura como las carreteras.

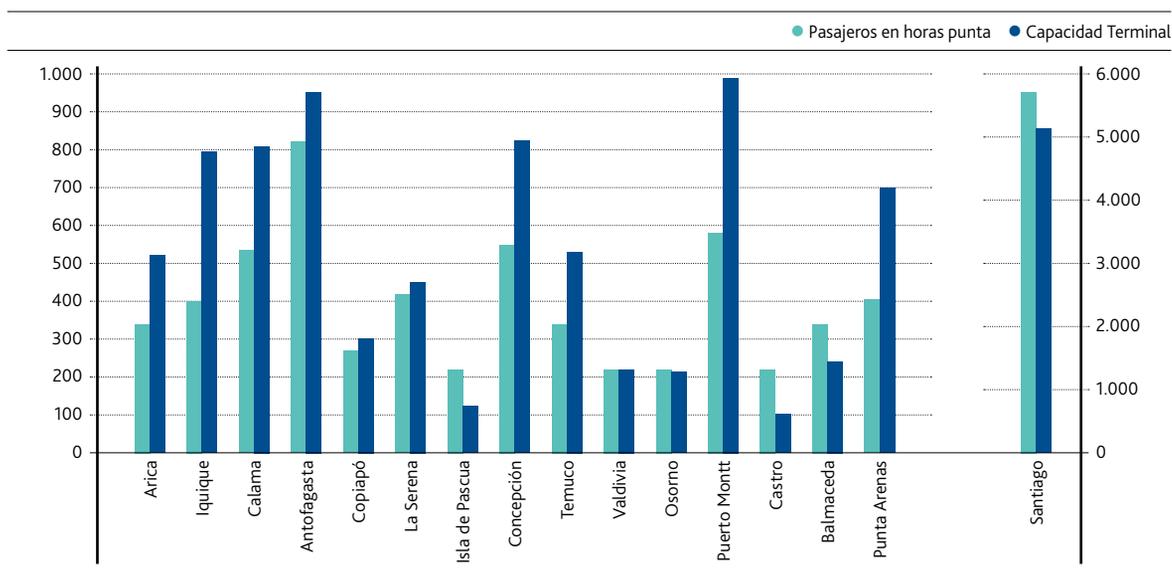
En el caso del aeropuerto de la ciudad de Santiago, la superficie disponible del terminal para los viajeros es 87.041 m² de los 109.000 m² totales, debido a que una proporción se destina a uso de operaciones aeronáuticas. Utilizando un estándar de 17 m² por viajero, la capacidad en hora punta correspondería a 5.120 pasajeros/hora. Este valor concuerda con lo que se observa en el aeropuerto, donde la capacidad ha sido superada por la demanda en horas punta.

Ahora, los terminales más pequeños del país, aunque recibieran solo 1 vuelo, no cumplirían con el estándar de superficie mínima de la FAA, puesto que este mismo vuelo desembarca y embarca pasajeros al mismo tiempo.

Una excepción es el caso del aeropuerto de Isla de Pascua, porque si bien el terminal es pequeño, la forma de funcionar y de llegar está relacionada con el destino turístico y con las características de la isla, dispersando a los pasajeros en la llegada muy rápidamente ya que la mayoría de ellos son recibidos en las afueras del terminal.

Por su parte, en el caso de Castro, a pesar de haber sido inaugurado el terminal a fines del año 2012, presenta signos de saturación durante la operación del único vuelo comercial que recibe al día. Se reconoce en la región la necesidad de ampliar este aeropuerto y existe el compromiso de autoridades de impulsar su concesión, lo que permitiría al menos duplicar la capacidad actual. Sin embargo, no se registran avances que permitan anticipar fechas y solo hay compromisos generales de progresar en el análisis del tema.

FIGURA 5.6
Capacidad actual versus pasajeros en hora punta
 Pax/hora



Fuente: Elaboración propia.

En tanto, en el caso del aeropuerto de Balmaceda, este se encuentra en la agenda del MOP puesto que recientemente contrató los estudios para desarrollar el anteproyecto referencial con el objetivo de concesionar y ampliar este terminal. La ficha publicada en el sitio de la Coordinación de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas permite deducir que el objetivo es crecer desde los 2.400 m² actuales a 7.951 m² de terminal, con llamado a licitación previsto para los últimos meses de 2017.

Finalmente, en el caso de Santiago, la capacidad se ve superada durante períodos punta. Sin embargo, recientemente entró en vigencia la nueva concesión que debe aumentar significativamente la superficie de terminales. Aun así, se estima que este último requerirá de una segunda ampliación durante la vigencia del contrato actual, lo que se detalla más adelante. Por otra parte, las condiciones de congestión y limitación de capacidad se mantendrán, como indicamos antes, al menos hasta 2017. Las nuevas obras deberían entrar en funcionamiento en 2020.

BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

Para proyectar la demanda de pasajeros nacionales en cada aeropuerto, se estimó la elasticidad respecto al PIB, utilizando la información histórica de pasajeros embarcados y desembarcados, además de la serie de PIB para el período correspondiente.



Las proyecciones del PIB para el período 2015-2020 provienen de las cifras publicadas por el Fondo Monetario Internacional para Chile. En los años posteriores se supuso un crecimiento de tendencia. Esta serie definió el caso Base y, para cada terminal se estimó además una proyección para los casos Optimista y Pesimista, que reflejen condiciones mejoradas de crecimiento o, por el contrario, anticipen una recuperación más lenta que la prevista. Los resultados obtenidos se presentan para los tres escenarios descritos. Solo en el caso del aeropuerto de Santiago se estimó un crecimiento diferenciado entre pasajeros nacionales e internacionales ya que en el resto de los aeropuertos del país, si bien operan ocasionalmente vuelos internacionales, los pasajeros no sobrepasan 5% del total.

Así, para determinar las limitaciones de capacidad, se comparó la demanda proyectada en hora punta (obtenida a partir de la estimación anual), con la superficie disponible según el estándar descrito anteriormente en este capítulo.

TABLA 5.7
Año en que se supera la capacidad actual para la hora punta

Aeropuerto	Año
Arica	2021
Iquique	–
Calama	2026
Antofagasta	2018
Copiapó	–
La Serena	2016
Isla de Pascua	Superada
Concepción	2029
Temuco	2020
Valdivia	2016
Osorno	2016
Puerto Montt	2024
Castro	Superada
Balmaceda	Superada
Punta Arenas	2024
Santiago	Superada

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5.7
Proyección pasajeros nacionales totales (llegadas + salidas) por aeropuerto

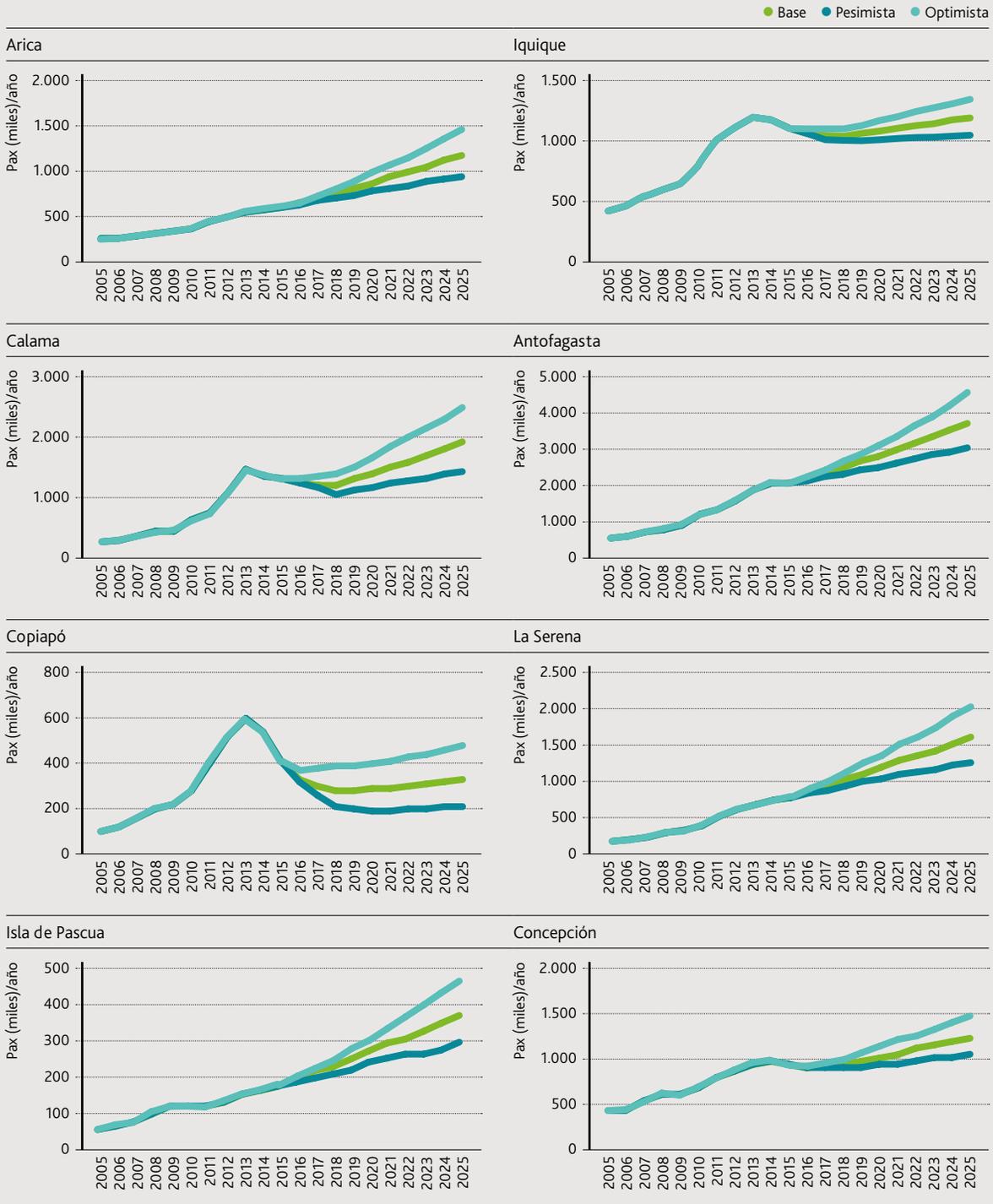
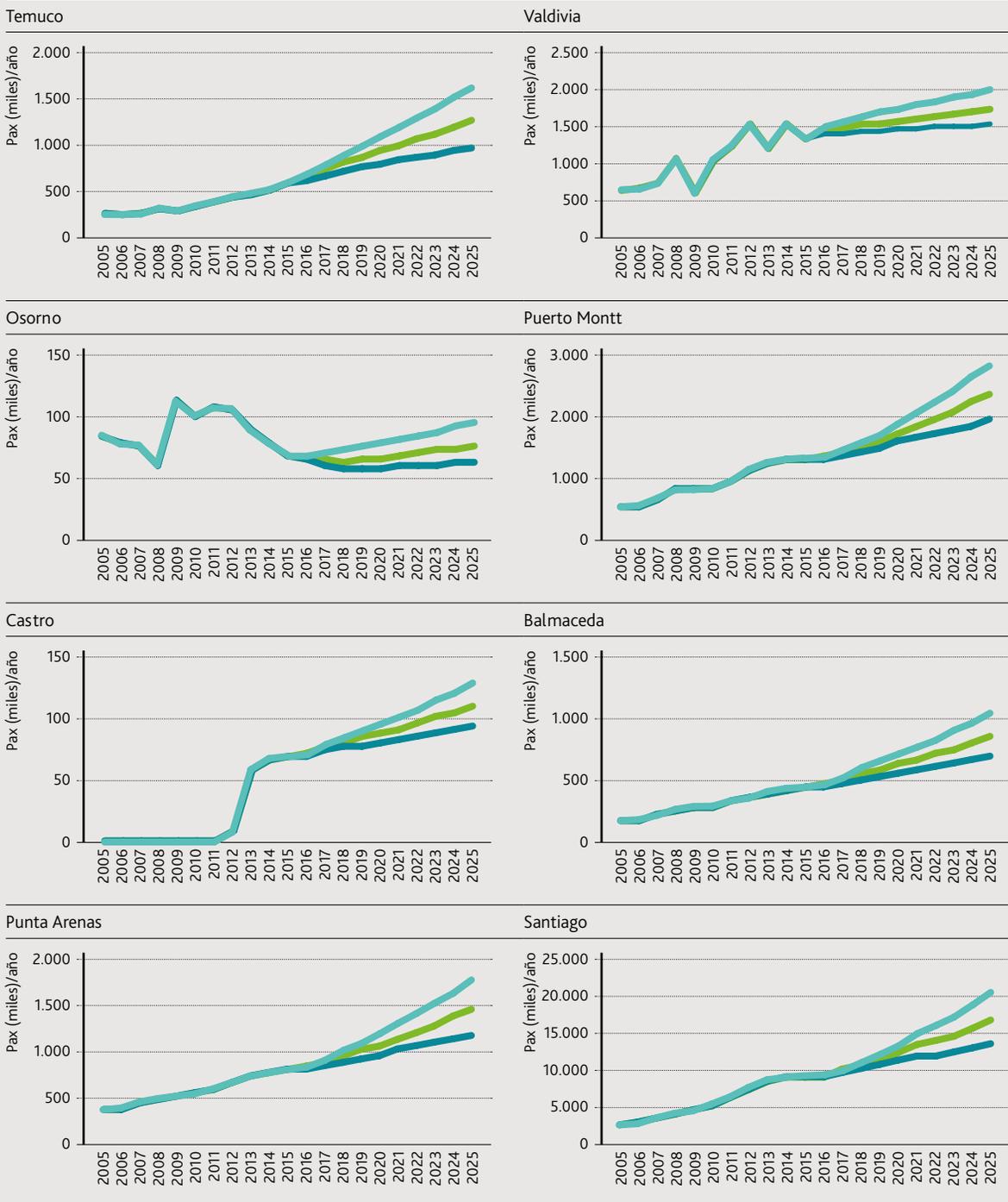


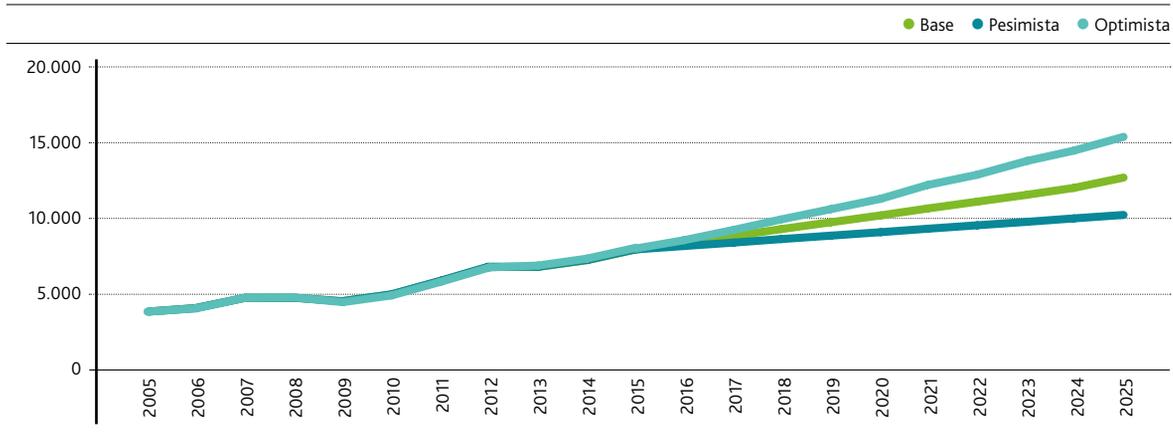


FIGURA 5.7
Proyección pasajeros nacionales totales (llegadas + salidas) por aeropuerto (continuación)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5.8
Proyección pasajeros internacionales totales (llegadas + salidas) aeropuerto de Santiago
 Pax (miles)/año



Fuente: Elaboración propia.

Un supuesto adicional detrás de estos cálculos es que el tipo de aeronave en general se mantiene para las rutas existentes. La sensibilidad de los aeropuertos pequeños al diseño operacional de las aerolíneas explica que con la misma capacidad podrían satisfacer la demanda de dos vuelos de tamaño menor, o al revés, excederla largamente si se concentran dos vuelos actuales en una nave de mayor tamaño.

Por esto, dar seguimiento a las estrategias de las aerolíneas respecto a la planificación de itinerarios y, especialmente, prever las necesidades de viajes en la población de diferentes zonas, es indispensable para anticipar requerimientos de nueva infraestructura y evaluar el potencial de nuevas inversiones.

Aeropuertos en regiones

Ahora, para determinar las necesidades de superficie adicional en cada terminal, se comparó la demanda proyectada en hora punta para los años 2020 y 2025 con la capacidad estimada según el estándar de 10 m² por pasajero recomendado por la FAA para aeropuertos de alcance nacional. Se realizó además una estimación al año 2028 considerando que la inversión a 2025 debe asegurar un buen funcionamiento por al menos los 3 años posteriores, con holgura de oferta en alto nivel de servicio, según estándares internacionales.

Así, entre los proyectos que conforman la agenda del MOP, se encuentran las re-licitaciones de los aeropuertos de Iquique, Concepción, Puerto Montt y Punta Arenas, además de la nueva concesión del aeropuerto de Balmaceda.

TABLA 5.8
Superficie adicional de terminales requerida en regiones

Aeropuerto	Sup. actual 2015	Superficie requerida (m ²)			Sup. adicional necesaria (m ²)			Año (*)	Fin conces.
		2020	2025	2028	2020	2025	2028		
Arica	5.200	4.891	6.629	7.617	0	1.429	2.417	2021	Abr 2019
Iquique	7.926	3.979	4.360	4.545	0	0	0	-	Dic 2016
Calama	8.100	5.766	7.825	8.964	0	0	864	2026	Mar 2026
Antofagasta	9.500	11.283	15.100	17.333	1.783	5.600	7.833	2018	Nov 2026
Copiapó	3.000	1.888	2.157	2.294	0	0	0	-	Abr 2023
La Serena	4.500	6.398	8.683	9.987	1.898	4.183	5.487	2016	10 años o VPI (estimado jun 2020)
Isla de Pascua	1.250	3.298	4.477	5.148	2.048	3.227	3.898	2015	No concesion.
Concepción	8.209	6.075	7.303	7.957	0	0	0	2029	Ago 2016
Temuco	5.307	5.444	7.388	8.503	137	2.081	3.196	2020	20 años o VPI (desde el 2010)
Valdivia	2.200	2.569	2.812	2.938	369	612	738	2016	No concesion.
Osorno	2.150	2.095	2.429	2.599	0	279	449	2016	No concesion.
Puerto Montt	9.900	7.665	10.398	11.941	0	498	2.041	2024	Mar 2018
Castro	1.000	2.824	3.519	3.905	1.824	2.519	2.905	2015	No concesion.
Balmaceda	2.400	4.815	6.479	7.440	2.415	4.079	5.040	2015	No concesion.
Punta Arenas	7.000	5.494	7.362	8.442	0	362	1.442	2024	15 años o VPI (estimado 2021)
Total					10.474	24.869	36.309		

Fuente: Coordinación de Concesiones.

(*) Corresponde al año en que se debe aumentar capacidad actual.

En el caso de Iquique, la referencia del MOP describe la ampliación y reposición en las mismas instalaciones existentes, pero no especifica mayores detalles que permitan determinar superficies adicionales a construir.

En Puerto Montt, la re-licitación considera una ampliación del edificio terminal. Ello permitirá llegar a una superficie de 14.650 m², lo que cumpliría con el mínimo estimado a 2028. Sin embargo, esta cifra debe ser revisada para un horizonte mayor, con el fin de asegurar que la oferta sea suficiente hasta la entrada en operación de una nueva concesión.

Por su parte, en Punta Arenas, este concurso forma parte del segundo programa de re-licitaciones de concesiones de infraestructura aeroportuaria. Dado que la fecha de re-licitación no es próxima, no se han entregado detalles sobre las características del futuro terminal.

Respecto a la concesión del aeropuerto de Balmaceda (cuya licitación está prevista para fines de 2017 según lo publicado por la Coordinación de Concesiones del MOP), la superficie proyectada (7.951 m²) cumple con el mínimo estimado incluso hasta 2028.

Para el resto de los aeropuertos, existen algunas referencias de prensa en que se anticipa el interés por analizar y realizar los diseños para futuras ampliaciones en algunos de ellos. Sin embargo, esta información es insuficiente para anticipar características físicas detalladas y validar si la capacidad será suficiente para atender la demanda esperada.

Aeropuerto internacional de Santiago

En el caso de Santiago, la nueva licitación proyecta un terminal de 294.000 m². Sin embargo, si solo se consideran los espacios públicos, descontando la superficie bajo los espigones que actualmente se arriendan para bodega y otros usos a los que el público no tiene acceso, la superficie útil para servicios a los pasajeros es de 240.545 m², que dividida por el estándar ponderado de 17 m² por pasajero, entrega una capacidad máxima en punta de 14.150 pax/hr para cumplir con el estándar de servicio definido por la FAA.

Según las proyecciones, en el año 2025 la superficie proyectada cumpliría con los estándares internacionales. Sin embargo, la demanda en hora punta proyectada para el año 2035 es de 16.724 pax/hr. En consecuencia, existiría necesidad de ampliación en el año 2033, antes del término de la concesión de AMB, recientemente adjudicada.

De hecho, si bien las Bases de Licitación que regulan el contrato actual estipulan contextos que gatillan la ampliación del terminal, estas obligarían al concesionario a realizar una ampliación incluso antes del año 2033 porque la condición principal está definida en función del índice H30 (la trigésima hora más cargada), que para AMB se fijó en un valor de referencia inferior al recomendado por la FAA.



Siguiendo las recomendaciones de la FAA, la necesidad de ampliación podría registrarse en 2021. De ser así, y teniendo en cuenta los plazos de puesta en servicio de las nuevas obras, es conveniente considerar la capacidad con una perspectiva de largo plazo, más allá del término del contrato, para definir la conveniencia de ampliar la capacidad junto con las obras obligatorias desde el inicio.

Considerando el valor referencial de inversión publicado en las Bases de Licitación, más 10% de variación permitida en el contrato, se estima que el valor de la inversión para el nuevo aeropuerto de AMB alcanzaría¹¹ 647 millones de dólares en 2017 y 275 millones de dólares adicionales en 2021 para financiar la ampliación indicada previamente.

Inversión total estimada en terminales concesionados

Las referencias existentes respecto a los costos de inversión en aeropuertos, tienen un rango de variación que va desde 50 UF/m² hasta 300 UF/m² (este último valor para un aeropuerto completamente nuevo incluyendo la construcción de pistas). Sin embargo, cuando se logra aislar el costo exclusivo del terminal, el valor de referencia es de aproximadamente 100 UF/m². Por lo anterior, los 130 UF/m² consideran la necesidad de inversión en nuevos estacionamientos y nuevas facilidades asociadas a una mayor demanda que permita una operación en su conjunto del aeropuerto completo.

En el caso del resto de los aeropuertos en regiones, si se considera la superficie adicional requerida, valorizada a 130 UF/m² (US\$5.100/m²), se estima que la inversión en regiones debería alcanzar un total de 53 millones de dólares al año 2020 y 185 millones de dólares al año 2025 (incluyendo en estas cifras el financiamiento de capacidad para 3 años de oferta posterior al 2025, es decir, con la superficie proyectada hasta 2028).

En resumen, la proyección de inversión total considerando el aeropuerto internacional de Santiago y los terminales de regiones, asciende a 700 millones de dólares al año 2020 y 1.107 millones de dólares para llegar a 2025.

TABLA 5.9
Inversiones requeridas en aeropuertos concesionados
Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Inversiones asociadas a concesiones	700	1.107

Fuente: Elaboración propia.

11 Valores sin IVA.

Inversión total estimada con recursos del Estado

A partir del programa de inversiones de la Dirección de Aeropuertos del MOP se determinó el valor de la inversión para los próximos años por región. Los proyectos considerados en el total suponen únicamente aquellos en ejecución (ya sea de arrastre o nuevos). El resumen por región considerado en el plan de inversiones de la Dirección de Aeropuertos 2015 prevé solo la suma de proyectos en ejecución, de arrastre y nuevos.

Así, para estimar el total para los períodos 2016-2020 y 2016-2025 se supuso que el nivel de inversión se mantendría similar a los últimos años, ya que, a pesar de observar una baja para los años futuros, lo que ocurre en la práctica es que los proyectos se complementan y dan paso a nuevas iniciativas en la medida que se ejecutan las anteriores, y, por lo tanto, la inversión futura debería mantener valores similares a los históricos.

TABLA 5.10
Inversiones previstas con presupuesto del Estado
Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Inversiones públicas	311	622

Fuente: Elaboración propia.



4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

El análisis que se ha realizado muestra la necesidad de actuar sobre los siguientes aspectos:

- Comprometer un programa de inversiones en terminales que priorice un modelo concesionado. Esto hace necesario refinar las proyecciones de demanda y costos por terminal, avanzar en la evaluación social de los proyectos, elaborar bases de licitación y dimensionar los recursos necesarios con sus fechas previstas de uso en forma anticipada. Un Plan Maestro Aeroportuario que asegure infraestructura de calidad para pasajeros y carga, con iniciativas desarrolladas en un nivel más detallado que el conceptual.
- Ampliar el ámbito de análisis de los nuevos terminales, incluyendo en su solución la circulación de pasajeros y vehículos en el interior y en el entorno de las instalaciones.
- Perfeccionar el marco institucional reorganizando algunas atribuciones. La relación DGAC (correctamente dedicada al control aeronáutico), no debería interferir con la administración de los terminales de pasajeros, debido a que esa condición no reporta beneficios para los usuarios.
- Analizar el rol del transporte aéreo como modo de respaldo para la conectividad nacional. La geografía del país y su alta exposición a desastres naturales, posiblemente acentuada en el tiempo como resultado del cambio climático, hacen evidente la conveniencia de profundizar este análisis y preparar mecanismos de uso de modos combinados en caso de emergencia.
- Evaluar escenarios futuros para el transporte aéreo. Nuevos segmentos como la aviación corporativa o vuelos privados de menor tamaño, ocupan en el mundo una proporción de la infraestructura aeroportuaria. Hacia el futuro esta necesidad podría encontrar una oferta reducida de espacios en terminales, en la medida que crece la aviación comercial mayor.
- Aun cuando se percibe en general como un tema lejano para Chile, la preocupación mundial por las emisiones de CO₂ del transporte aéreo y, en general, el tratamiento de los impactos ambientales de los aeropuertos, debería incorporarse a la agenda de planificación sectorial. La escasez de espacio apto para las ampliaciones de terminales y la interferencia con zonas urbanas, son temas en que la experiencia recomienda actuar con suficiente anticipación.
- Al igual que en los puertos, es recomendable ampliar la visión de planificación y agregar los aspectos de conectividad y accesibilidad como parte integrante de los proyectos de aeropuertos. Esto configura una oportunidad óptima para instalar sistemas de transporte público masivo de mediana distancia, con una función clara, abriendo la posibilidad de expandir redes y mejorar servicios.

Infraestructura para el turismo

En forma similar al ordenamiento de países en términos de su competitividad y desempeño logístico, existe información referida al desempeño turístico, que incluye además un componente de infraestructura.

En este ámbito, Chile mantiene una distancia de más de 50 lugares con los países que son objetivo de comparación. España lidera el ranking, Italia se encuentra dentro de los 10 primeros y Nueva Zelanda en la posición 16, mientras que Chile, a pesar de haber avanzado, aún está bajo el lugar 50, como se observa en la tabla siguiente.

Índice de competitividad de viajes y turismo

Índice de Competitividad de Viajes y Turismo (TTCI)	Chile	España	Italia	Nueva Zelanda
2012	57	8	25	19
2013	56	4	26	12
2014	sin información			
2015	51	1	8	16

Fuente: World Economic Forum.

Tal situación depende especialmente de la infraestructura del país. De hecho, una revisión por componentes, muestra nuevamente la insuficiencia de la infraestructura en Chile, en particular de aeropuertos. España se encuentra en el lugar 2 en infraestructura y lidera el ranking general. Ello es un indicador claro de la influencia de ese componente en el resultado global del sector. Otros países, como Nueva Zelanda, muestran insuficiencia en el desempeño de las vías terrestres y puertos, pero compensan ese déficit con una buena posición en infraestructura de servicios turísticos, ámbito en el que Chile tampoco muestra ventajas.

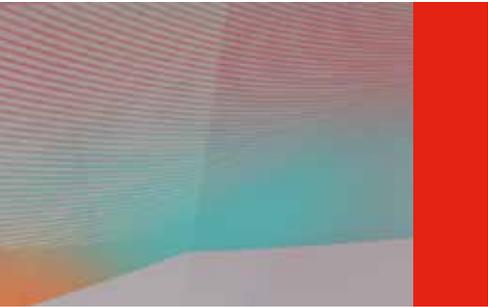


Componente infraestructura para el turismo, índice WEF 2015

Componente Infraestructura para el Turismo Índice WEF 2015	Chile	España	Italia	Nueva Zelanda
Infraestructura aeroportuaria	66	12	26	14
Infraestructura terrestre y portuaria	61	10	32	49
Infraestructura de servicios turísticos	45	4	3	18
Pilar 2: Infraestructura	58	2	13	21

Fuente: World Economic Forum.

Entonces, el desafío en el sector turismo es múltiple: promover las correcciones necesarias a la infraestructura (capacidad y calidad) y fortalecer la infraestructura de servicios (hotelería, oficinas de atención e información, soporte de comunicaciones, entre otros).



Capítulo 6

PUERTOS

El análisis de la infraestructura portuaria nacional se entrelaza, en forma cada vez más estrecha, con los conceptos de eficiencia logística, productividad y competitividad. Así, las necesidades de infraestructura dependen de objetivos más complejos que la capacidad de transferencia de cada terminal: medidas de eficiencia e impacto en costos de las operaciones, son elementos relevantes en la discusión actual.

Posiblemente por esa razón se ha generado en los últimos años una cantidad importante de documentos e iniciativas de discusión que dan cuenta de esta preocupación¹, desde una mirada integradora. Todos ellos refinan el diagnóstico e identifican con bastante claridad las áreas de déficit físico y operacional. Todas estas publicaciones coinciden en un diagnóstico desfavorable. Nuestra posición relativa en el ámbito logístico es insuficiente para posicionarnos con alguna ventaja en los mercados que nos interesa captar. De hecho, no se han decidido casos puntuales de aumento de capacidad que requieren con urgencia un compromiso de acción (por ejemplo, la decisión sobre el Puerto de Gran Escala en la macrozona central, la licitación de nueva capacidad en Iquique o las limitaciones de espacio en Arica).

Interesa hacer hincapié en este asunto porque, como lo prevé el International Transport Forum², el aumento del movimiento de carga en el mundo ocurrirá principalmente en el sector marítimo, con más de 85% del total utilizando las redes portuarias. Dada la alta participación del comercio exterior en nuestra

-
- 1 Informe de la Mesa Técnica sobre Cadenas Logísticas. Confederación de la Producción y el Comercio. Diciembre, 2015. Informe Logística y puertos: Una plataforma de futuro para Chile. Comisión Estrategia 2030 de Puertos y su Logística. Comisión Nacional de Innovación y Competitividad. Mayo, 2015.
 - 2 ITF Transport Outlook 2015. Enero, 2015.



economía, será indispensable asegurar las capacidades físicas y humanas suficientes en el largo plazo para hacer frente a nuevos patrones de la demanda. Por tanto, si se materializa a tiempo, la infraestructura prevista debería ser capaz de atender los nuevos requerimientos futuros evitando situaciones de congestión. Sin embargo, aun en esta condición, no se reducirán las brechas que Chile todavía presenta respecto a los niveles de eficiencia e inversión de los países más desarrollados. Concretar estas inversiones nos permitirá, en el mejor de los casos, dejar de descender en el ranking, pero seguirá pendiente el desafío de un avance efectivo. Cabe considerar que este se acentúa en la medida que los países líderes continúan incrementando sus índices de rendimiento e incorporan innovaciones y automatización a los procesos. El gran reto parece estar en concretar los cambios que todos suscriben, materializar las licitaciones y obras. Es decir, conseguir el difícil paso de las definiciones a la acción.



No obstante, aun si se construye toda la infraestructura prevista en el mediano y largo plazo, no es posible asegurar que el sistema será más eficiente. En efecto, llama la atención que las propuestas, en la mayoría de los documentos revisados, se relacionan con procesos, gestión, sistemas de control y planificación. Por esta razón, cubrir las inversiones requeridas permitiría lograr solo una parte de los objetivos del sector, quedando pendiente un avance en paralelo en la modernización de las operaciones, en particular, de la normativa y los mecanismos de control e inspección.

Así, respecto a los requerimientos de inversión en infraestructura, el análisis del sector portuario revela que las necesidades en el sector entre 2016 y 2025 ascienden a 4.390 millones de dólares, considerando tanto las obras en curso como los nuevos proyectos en carpeta de las empresas portuarias. Este monto incluye aproximadamente 2.400 dólares en instalaciones para el puerto de gran escala en la macrozona central, con sus accesos y sistemas complementarios.

TABLA 6.1
Inversión estimada en puertos
Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Zona Norte	562	700
Zona Central	1.084	3.611
Zona Sur	79	79
Total	1.725	4.390

Fuente: Elaboración propia.

2 | RESEÑA DEL SECTOR

EL SECTOR PORTUARIO EN CHILE

El sistema portuario nacional está compuesto por una red de terminales de diferente naturaleza, tamaño, propiedad y oferta de servicios.

TABLA 6.2
Clasificación instalaciones portuarias

Principales		Secundarias				Locales	
		Nacionales		Regionales			
Estado	Privados	Estado	Privados	Estado	Privados	Estado	Privados
14	77	4	9	62	9	252	59

Fuente: Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, Directemar.

La mayor parte de la carga transferida corresponde a la categoría de terminales principales. Las empresas portuarias del estado transfieren aproximadamente 90% del total de contenedores movilizados cada año y 25% de la carga a granel. Los terminales secundarios tienen un rol principalmente interregional y, los locales, como su nombre lo indica, son servicios de conectividad situados en su gran mayoría de Puerto Montt al sur.

Durante el año 2014, se transfirieron por los puertos nacionales aproximadamente 116 millones de toneladas. De estas, 63,3 millones de toneladas corresponden a exportaciones por un valor aproximado de USD 66.000 millones; 49,8 millones fue carga de importación, con un valor cercano a los USD 49.800 millones FOB y 3,5 millones –la mayor parte por el puerto de Arica– corresponde a carga en tránsito según requerimientos del tratado de 1904 con Bolivia. Hubo también transferencia de carga de cabotaje entre puertos nacionales por un total de 28 millones de toneladas.

De este total, poco menos de la mitad se moviliza por los puertos del Estado, a través de terminales concesionados y un pequeño número de terminales operados por las propias empresas. Como se puede observar, los puertos de Valparaíso y San Antonio concentran la mayor actividad y también la mayor capacidad disponible.

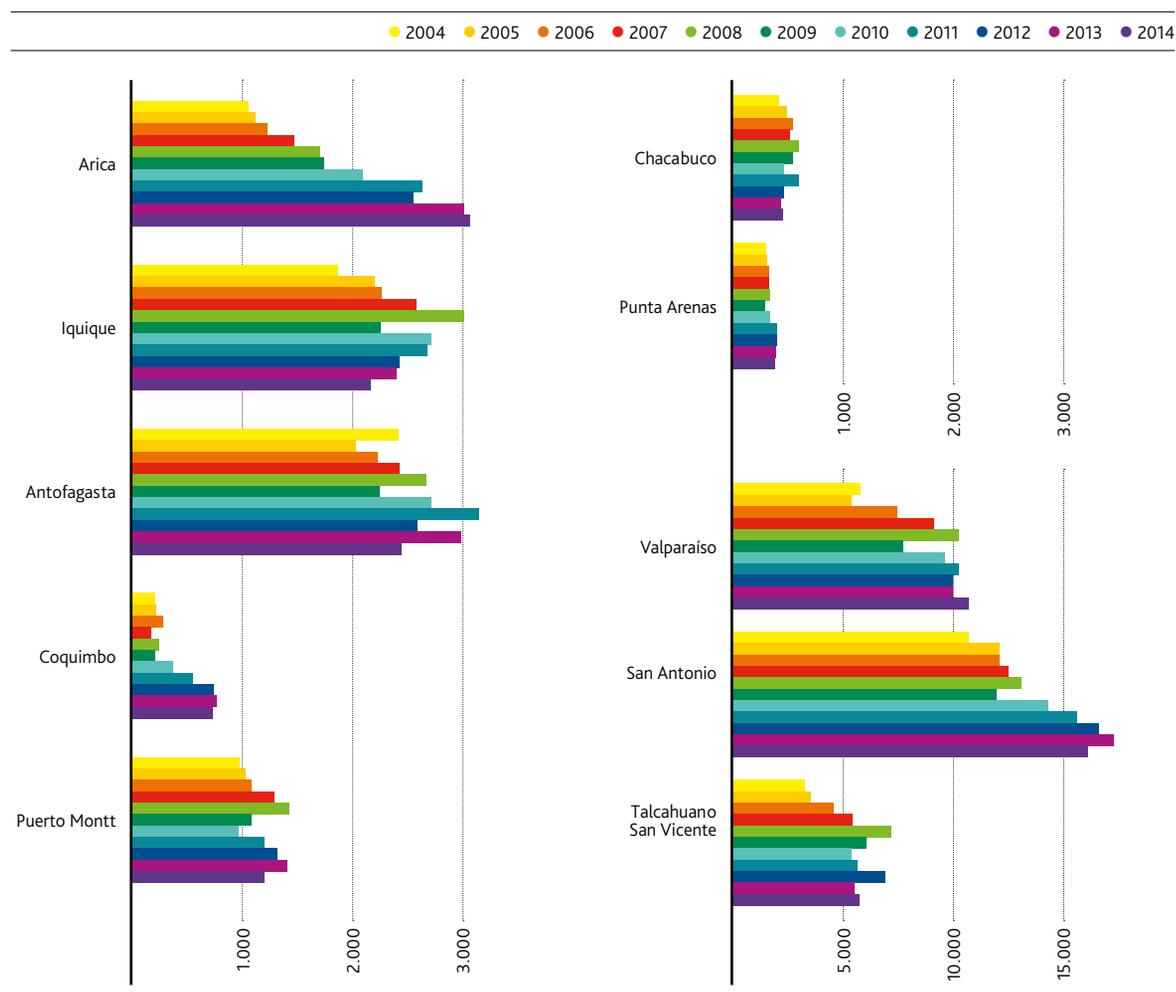
La operación de pasajeros está también concentrada en los puertos asociados a atractivos turísticos, especialmente en el sur, desde donde conectan a destinos remotos utilizando naves de menor tamaño y operación regional.



Respecto a la capacidad, la suma de metros lineales de sitios disponibles solo se presenta como referencia, debido a que su dimensión por sí sola no asegura la operación de naves de gran tamaño. Debido a su distribución, puede corresponder a porciones para eslora limitada en cada operación.

Así, la presión por optimizar el espacio disponible es alta especialmente en Valparaíso, donde además del alto volumen de carga movilizada, se registra más de 30% del total de pasajeros de cruceros desembarcados en Chile en un año.

FIGURA 6.1
Carga histórica total
Miles de toneladas/año



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 6.2
Localización principales empresas portuarias estatales



Fuente: Elaboración propia.



TABLA 6.3
Empresas portuarias estatales, características infraestructura

Empresa portuaria	Carga transf. 2014 (MM ton)	Características infraestructura				Cruceiros		
		Capacidad nominal (MM ton/año)	Nº sitios	Sitios (metros lineales)	Calado máximo (m)	Pasajeros	Tripulantes	Recaladas
Arica	3,1	4,1	5	1.200	12,5	9.754	5.101	11
Iquique	2,2	6,3	4	1.028	11,4	1.141	833	5
Antofagasta	2,5	6,2	7	1.175	11,6	1.687	1.308	4
Coquimbo	0,8	1,8	2	378	9,7	19.430	10.012	17
Valparaíso	10,8	12,3	8	1.615	13,8	66.588	21.599	38
San Antonio	16,2	18,5	9	1.431	13,5	0	0	0
Talcahuano San Vicente	5,8	11,6	3	600	12,3	0	0	0
P. Montt	1,2	2,5	2	385	9,3	51.683	25.250	47
Chacabuco	0,5	1,35	6	298	9,8	19.866	11.588	27
P. Arenas	0,4	3,2	7	817	13,9	52.862	25.416	45

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo Portuario.

Con todo, existe en el territorio nacional una variedad amplia de terminales, tanto de administración pública como privada. Para contar con una referencia de su localización y situar los terminales de las empresas portuarias del estado, se presenta en la tabla a continuación un resumen por zona de los puertos en operación. La lista no cubre otro grupo de pequeñas instalaciones de conectividad, la mayoría de ellas ubicadas en el extremo sur. A pesar de su tamaño, estas instalaciones registran una parte significativa del total de recaladas en el país.

Ahora, debido a su nivel de especialización, los puertos atienden tipos diversos de carga. Aproximadamente, 90% de la carga en contenedor y 25% de los graneles se transfieren a través de los puertos del estado y 75% de los graneles sólidos y líquidos lo hacen a través de terminales privados.

En cuanto al tráfico de naves, este muestra que en el año 2014 se registraron 15.560 recaladas de naves nacionales, de las cuales 11.834 correspondieron a servicios regionales y 3.725 a comercio exterior y cabotaje. Ello refleja la importancia de los servicios regionales concentrados especialmente en la zona sur. Las naves internacionales, en cambio, realizaron 7.171 recaladas en el año 2014 relacionadas con comercio exterior y cabotaje. Solo 20 recaladas fueron de servicios regionales, las que probablemente se refieren a situaciones especiales de autorización.

TABLA 6.4
Puertos, distribución de los terminales en territorio nacional

Zona Norte		Macro Zona Centro-Sur		Zona Sur		Zona Austral	
Región	Puerto / Terminal	Región	Puerto / Terminal	Región	Puerto / Terminal	Región	Puerto / Terminal
XV	Arica	V	Isla Juan Fernández	XIV	Corral	XI	Puerto Aguirre
I	Iquique	VIII	Isla de Pascua	X	Puerto Montt	XI	Puerto Cisnes
	Patillos		Ventanas		Castro		Chacabuco
	Punta Patache		Oxiquim/Quintero		San José de Calbuco		Lago Gral. Carrera
II	Tocopilla		Quintero		Quellón	XII	Puerto Natales
	Michilla Cove		Valparaíso		Chonchi		Isla Guarello
	Mejillones	San Antonio	Chaitén	Punta Arenas			
III	Puerto Angamos	Penco	Melinka	Tres Puentes			
	Antofagasta	Lirquén		Pecket			
IV	Chañar/Barquito	Talcahuano		Cabo Negro			
	Caldera / Calderilla	San Vicente		Gregorio			
IV	Huasco/Guacolda	Cap		Clarencia			
	Coquimbo	Oxiquim/Coronel		Porvenir			
	Guayacán	Coronel		Puerto Williams			

Fuente: Directemar.

Nota: Los nombres destacados corresponden a los terminales administrados por las empresas portuarias del Estado.

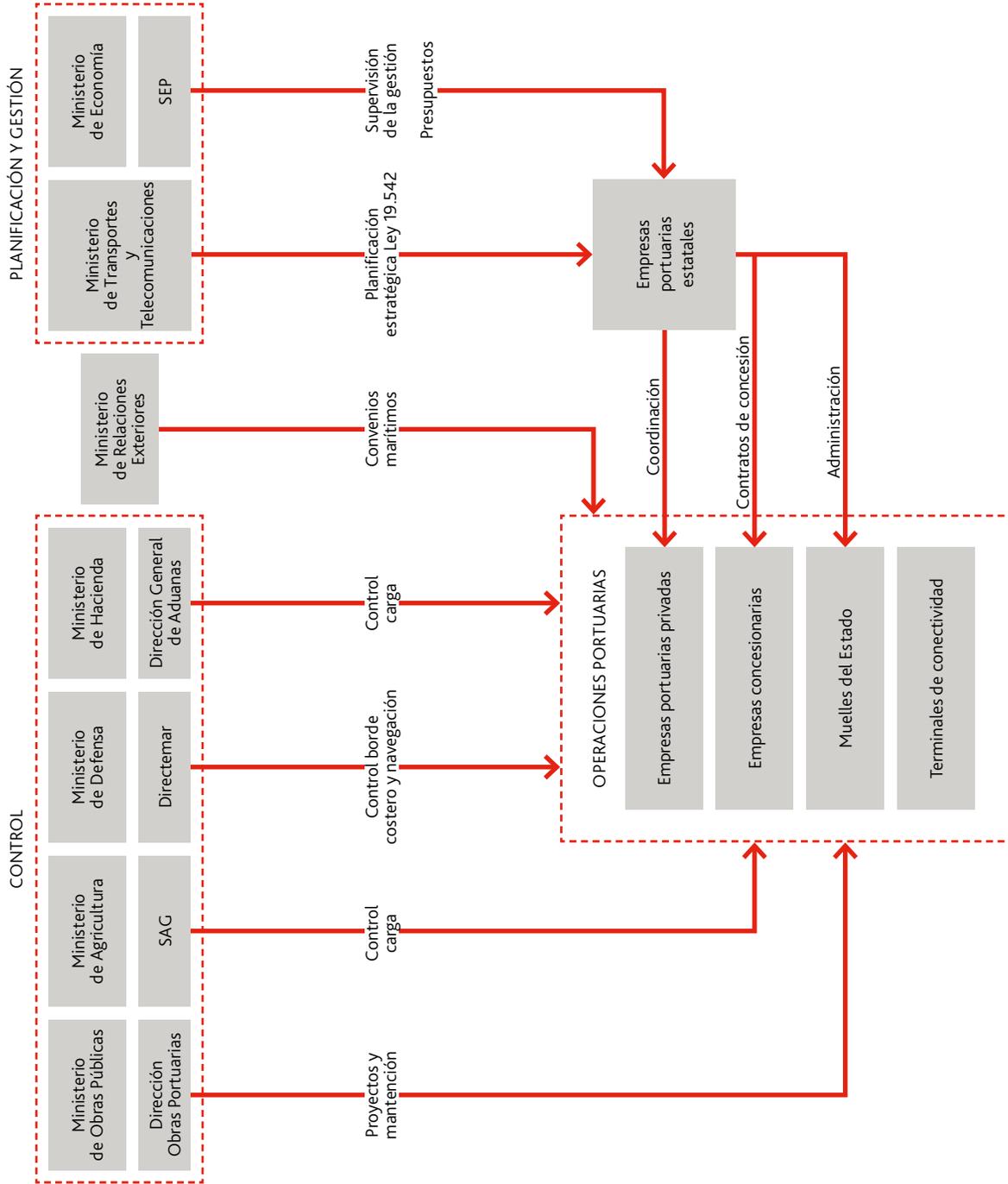
Por su parte, las tendencias de crecimiento de la carga portuaria han sido variables en el tiempo. De hecho, si bien se registró un alto crecimiento a tasas anuales de 10% desde fines de los años 90 hasta mediados de los 2000, la crisis del año 2008 tuvo un fuerte impacto negativo en la transferencia de carga. Esta recuperó su nivel en el año 2009, avanzando luego a tasas promedio de 5% a 7% por año. Sin embargo, las cifras recientes muestran reducciones de las tasas de crecimiento y, en la primera mitad del año 2015, una baja sensible de los volúmenes transferidos, con más de 15% por debajo de los registros del periodo de comparación en el año 2014. Teniendo en cuenta las proyecciones de PIB, que ha reducido su expectativa de crecimiento, es probable que esta tendencia se mantenga para luego recuperarse lentamente –mientras el crecimiento económico no acompañe– a tasas de 4% ó 5%, que son las cifras productoras de los volúmenes de transferencia que el sector esperaba alcanzar en el mediano plazo.

MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

El sector portuario chileno se rige por la Ley N°19.542, promulgada en diciembre de 1997, que establece la forma de organización de esta actividad. Esta ley dividió la antigua Empresa Portuaria de Chile en 10 empresas autónomas que reportan al Sistema de Empresas, SEP, encargado de velar por el interés de las inversiones del Estado en empresas públicas.



FIGURA 6.3
Marco institucional del sector portuario



Fuente: Elaboración propia.

La ley también define el rol del Estado en el desarrollo portuario, fija las condiciones de competencia para los terminales, abre la entrada a inversiones privadas por medio de concesiones y obliga a las empresas a contar con planes estratégicos de desarrollo.

Cabe destacar que esta ley tuvo un efecto positivo en el sistema en términos de la inversión que se logró atraer al ofrecer en concesión la infraestructura portuaria. Junto con eso, las condiciones de competencia han promovido tarifas atractivas para los usuarios finales (ningún operador cobra en la actualidad la tarifa máxima permitida) además de mejoras continuas a la calidad de las operaciones.

En cuanto al funcionamiento de los puertos, interviene en estos un conjunto de organismos públicos con objetivos propios. El esquema de la figura siguiente representa las entidades y relaciones que son posibles de identificar en los flujos más frecuentes de funcionamiento.

Así, en el funcionamiento de los puertos es posible identificar tres ejercicios principales: control, operaciones y la de planificación y gestión.

Planificación y gestión

La planificación estratégica de los puertos está definida como responsabilidad del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) en la Ley 19.542, que en su artículo 50 indica que a este ministerio le corresponderá:

- Proponer acciones conjuntas entre organismos públicos y privados destinadas a potenciar la eficiencia, capacidad y competitividad del sistema portuario nacional, así como su desarrollo comercial;
- Proponer planes estratégicos del sistema portuario estatal, velando por el mejoramiento de sus niveles de eficiencia y competitividad;
- Incentivar, apoyar y promover la introducción de nuevas tecnologías en la explotación de los servicios portuarios;
- Procurar un desarrollo armónico entre los puertos y la ciudad, cuidando en especial el entorno urbano, las vías de acceso y el medio ambiente. Para estos efectos, se creará una instancia de coordinación a nivel de región, denominada Consejo de Coordinación Ciudad-Puerto, en la que tendrán participación, a lo menos, un representante del Gobierno Regional y uno por cada municipalidad donde se encuentre el puerto, y
- Promover, desarrollar y mantener un sistema de información estadística relacionada con el sector portuario, a disposición de los agentes públicos y privados.

En atención de ello, el MTT ha conformado equipos especializados dedicados a la tarea de proponer una estrategia de desarrollo portuario en conjunto con las empresas públicas. Un primer producto fue el Plan Nacional de Desarrollo Portuario, publicado en 2013, que además de proponer inversiones específicas en cada puerto, incorpora los elementos de conectividad que aseguran un buen acceso.



El MTT, además, otorga algunos permisos de operación nacional a naves internacionales hasta un cierto límite de carga y coordina a los servicios públicos a través de comisiones de trabajo, procurando la eficiencia que es su deber lograr como lo indica la ley.

En tanto, el Ministerio de Economía actúa en el sistema a través del Sistema de Empresas, SEP, entidad de su dependencia que vela por la calidad de la gestión y establece las metas de resultados.

El SEP funciona con un consejo a la manera de Directorio, al que reportan los gerentes de las empresas portuarias. A este consejo deben proponer además sus programas de inversiones (Calendarios Referenciales de Inversiones establecidos por ley), que son coordinados con el MTT para lograr una visión integrada del desarrollo del sistema.

Por otro lado, la gestión de los puertos está en manos de los gerentes de las empresas portuarias del Estado. Ellos administran tanto los contratos de concesión como la relación entre organismos públicos y las operaciones de los terminales no concesionados. En algunos casos, como la Empresa Portuaria de Puerto Montt, también se encarga de administrar algunas operaciones de muelles e instalaciones de conectividad que no cuentan con una fiscalización permanente por parte del MOP y quedan en ocasiones sujetas a la administración no formal de particulares locales que se benefician sin un rol legal que se los permita.

Control

La naturaleza de esta actividad tiene asociada la necesidad de interactuar con organismos públicos encargados de velar por la seguridad del borde costero, las fronteras y la calidad de la producción agrícola nacional.

Por esta razón, el Ministerio de Defensa Nacional se encarga de la seguridad en los recintos portuarios, fiscalizando el cumplimiento de normas y requisitos de acreditación establecidos en sus reglamentos, para personas y naves. La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, DIRECTEMAR, se encarga de la relación con las empresas operadoras y portuarias, define las limitaciones de operación por condiciones meteorológicas, permite maniobras de los barcos, autoriza al personal que opera en el puerto y vela por la adecuada protección de la seguridad nacional en el ámbito costero.

Por su parte, la Armada de Chile cumple un rol adicional, pero indirecto en el sistema portuario, al otorgar las concesiones marítimas que permiten a privados construir y operar puertos para uso privado. Estos deben someterse a los mismos controles que aquellos destinados al uso público, independientemente de su tipo de propiedad. Además, a través de sus Capitanías de Puerto, la Armada de Chile controla la navegación y provee ayudas a las naves mientras se encuentran en aguas territoriales chilenas. También en este plano define condiciones de seguridad mínimas y establece, por ejemplo, cierres de puertos cuando las condiciones de clima son desfavorables.

Ahora, en lo que concierne a la Dirección Nacional de Aduanas, dependiente del Ministerio de Hacienda, fiscaliza la carga de importación y debe revisar las mercaderías que ingresan al país, validar el pago de los derechos y, en general, asegurar que se cumpla con los requerimientos establecidos para su internación al país.

El Ministerio de Agricultura, por su parte, realiza inspección especialmente de cargas que podrían afectar el patrimonio fitosanitario de Chile. Establece normativa y opera en conjunto con los demás servicios en el proceso de registro de las importaciones antes de autorizar su entrada al resto del territorio nacional.

En cuanto al Ministerio de Obras Públicas, este mantiene un rol indirecto en el desarrollo portuario de terminales concesionados, a través de la verificación de los proyectos de infraestructura. En el caso de los puertos públicos, la Dirección de Obras Portuarias es la encargada de desarrollar los proyectos y mantener los terminales. Ello se verifica especialmente en la zona sur, respecto a los terminales de conectividad.

Finalmente, el Ministerio de Relaciones Exteriores a través de su Dirección de Fronteras y Límites, asegura el adecuado cumplimiento de tratados internacionales. En particular, interviene de manera activa en cualquier iniciativa que pueda afectar la correcta aplicación del tratado de paz de 1904 con Bolivia, que otorga a ese país derechos de uso del puerto de Arica.

Así, en general, el marco regulatorio del sector portuario, a pesar de su potencial de mejora en ámbitos específicos de operaciones, ha resuelto de manera eficaz el interés prioritario que consiste en disponer de la capacidad portuaria que el país requiere para sustentar el crecimiento de su comercio exterior.

Una derivada adicional en este sentido es que una eventual mejora en los procesos generaría incrementos de demanda, haciendo más estrechos los plazos para la construcción de las soluciones requeridas. Por esto, ambos temas deben abordarse de manera conjunta porque componen un escenario integrado.

Las estimaciones de demanda incluidas en este informe mantienen el supuesto de iguales niveles de eficiencia de las operaciones no portuarias, por lo que en un escenario de modernización podrían ser subestimadas.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

El International Transport Forum (ITF) es un organismo dependiente de la OCDE, dedicado a realizar estudios y proyecciones en el ámbito del transporte. Una de sus publicaciones anuales más importantes es el Transport Outlook, que anticipa las tendencias dominantes y establece un marco para la toma de decisiones de política pública, apuntando a anticipar necesidades de largo plazo.

Así, el ITF anticipa que el movimiento de pasajeros en carreteras y ferrocarriles aumentará en el mundo entre 120% y 230% hacia el año 2050. El incremento dependerá del precio del combustible y de las políticas de desarrollo urbano, combinadas con el uso de modos masivos de transporte o automóvil particular.

Particular atención merecen los países emergentes. De los 2.700 millones de nuevos habitantes previstos para el año 2050 en el mundo, sobre 90% pertenecerá a economías en desarrollo. El foco de las políticas urbanas y de transporte determinará el resultado de este crecimiento para América Latina, India y China, que son las regiones más expuestas.



Además, las emisiones de CO₂ constituyen una preocupación central en el documento del ITF. La preferencia por el transporte público podría contribuir con 30% a la reducción de contaminantes en América Latina en el largo plazo, respecto a la línea base sin intervención. En su edición del año 2015, el ITF Transport Outlook incluye las siguientes precisiones:

- Las proyecciones de movimiento de carga anticipan rangos de aumento situados entre 230% y 420% respecto a la actualidad, dependiendo de la participación que llegue a tener la carga en el PIB. En efecto, la tendencia a una mayor participación de los servicios podría implicar un ritmo de crecimiento de la carga más lento que si el desarrollo está explicado en mayor medida por la transferencia de bienes.

En este caso, también, la mayor parte del crecimiento (y de las emisiones de CO₂) serán generados por economías no-OCDE (consideramos que para este efecto, Chile se encuentra aún más próximo a ese tipo de países que al grupo OCDE).

- Aproximadamente la mitad del crecimiento previsto en carga se registrará en India y China. Igual que en pasajeros, el nivel que alcance este cambio dependerá de la composición de la producción y los escenarios de mercado de cada país. Aun así, cerca de 50% restante se registrará en América Latina y países en desarrollo.
- En el caso de la carga internacional, su crecimiento se proyecta con un factor 4,3 respecto al año 2010. Más o menos 85% de esa carga se movilizará por mar, mientras que la participación de modos terrestres en el total cambiará de 6% actual a 10% en el año 2050, aumentando la presión por capacidad vial y ferroviaria.

En el origen de estos efectos, la causa más importante que identifica el ITF, es la urbanización acelerada. La alta concentración de población en urbes será un fenómeno común en el mundo y resultará en la operación de ciudades con alta capacidad de producción y consumo, por lo que se transformarán en grandes polos generadores de actividad. Esta condición las transformará también en potentes motores de una red mundial de intercambio de bienes, lo que se reflejará en las tasas de crecimiento que comentamos antes.

Junto a ello, un aspecto adicional que incide en el volumen de carga y pasajeros movilizados, es el incremento del número y alcances de los acuerdos comerciales internacionales. La liberalización o rebaja de aranceles, la facilitación de la inmigración y los convenios de producción, por ejemplo, actúan como catalizadores de mayor movimiento entre países.

Tendencias de la industria

Teniendo en cuenta su importancia en el total movilizado y el objetivo de producir recomendaciones de políticas públicas respecto a las inversiones, se ha priorizado en este capítulo el análisis de la situación y proyecciones de las empresas portuarias estatales.

Durante los últimos años y como resultado de la creciente importancia del comercio exterior para la economía nacional, se ha generado una cantidad importante de información respecto a la necesidad de mejorar la productividad de los puertos y, especialmente, corregir imperfecciones relacionadas con los procesos administrativos del comercio exterior (cuyo impacto se comenta con más detalles en el recuadro dedicado a logística en este informe).

Una revisión de documentos técnicos publicados por asociaciones gremiales, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones e investigadores especializados³, revela la completa coincidencia al identificar las siguientes tendencias que condicionan los escenarios futuros del sector:

- Aumento progresivo del tamaño de las naves como resultado de las economías de escala originadas en esta modificación. En efecto, mientras un incremento de 4.000 a 6.000 contenedores representaba 30% de costos adicionales para 50% más de capacidad, la siguiente expansión de 6.000 a 10.000 contenedores implica 20% de mayores costos. Así, el incremento del costo por volumen transportado es crecientemente menor por unidad, lo que opera como un importante incentivo para las empresas navieras. Por esta razón, las órdenes de pedido actualmente están concentradas en las naves de mayor tamaño que podrán cruzar a través del nuevo juego de esclusas en el canal de Panamá.
- Aun cuando los tamaños de los diseños más recientes alcanzan sobre 16.000 contenedores, es improbable que esa dimensión sea la de mayor frecuencia en las rutas de la costa oeste de América del Sur.

Ello, porque, por una parte, la dimensión de los mercados es más limitada que en el “cinturón” de puertos de Asia y Europa⁴, donde probablemente se concentrarán las nuevas naves. Por otra, la capacidad de los puertos en cuanto a espacio físico es restringida si se quiere atender en forma expedita ese volumen de carga, lo que requiere explanadas homogéneas en torno al puerto. Aunque nuestro país es parte de la red de rutas, es claro que sin alta eficiencia es difícil mantenerse como parada de interés para los barcos de mayor capacidad.

Esto constituye una limitante en particular en el caso de Chile debido a su geografía. Actualmente la capacidad de transporte marítimo mundial muestra que aproximadamente 50% corresponde a naves de entre 4.000 y 9.000 TEUs, y las órdenes puestas para entrega hasta 2017 refuerzan este rango de tamaño, con no más de 10% de la capacidad total en los grandes tamaños, superiores a 13.000 TEUs.

3 - Plan Nacional de Desarrollo Portuario MTT. 2013.
- Logística y puertos: una plataforma de futuro para Chile. Informe de la Comisión Estrategia 2030 de Puertos y Logística. Consejo para la Innovación y la Competitividad. Mayo 2015.

4 - Maritime transportation: Drivers for the shipping and port industries. International Transport Forum. 2010.



En síntesis, podría esperarse que a Chile lleguen naves de hasta 12 ó 13 mil TEUs como máximo en la próxima década, pero la probabilidad mayor se concentra aun en las dimensiones para las cuales se han programado las inversiones actuales.

No obstante esto, según estudios de CEPAL⁵, cada vez se requiere menos tiempo para que los cambios de tamaño de buques se materialicen en efecto cascada en los puertos nacionales, haciéndose prioritaria la disponibilidad de los calados necesarios para recibirlas en diferentes puntos del territorio. Es decir, aunque para el futuro de los próximos 5 a 7 años las dimensiones parecen apropiadas, la probabilidad de requerir inversiones estructurales que aseguren nuevas condiciones hacia el año 2025 existe y es conveniente anticipar su ocurrencia oportunamente.

- La tendencia general de la operación naviera es el fortalecimiento de itinerarios directos, evitando recaladas intermedias debido a su incidencia negativa en la eficiencia de cada viaje. Por esto, aun cuando se ha discutido la posibilidad de que Chile opere eventualmente en combinación con otros puertos de la costa Oeste como Callao, es improbable que esta alternativa se consolide por sus consecuencias en la rentabilidad de las operaciones (lo que finalmente determina las decisiones de las empresa navieras).

Entonces, las recomendaciones son mantener una capacidad preparada para naves de los tamaños actuales (en el entorno de 8.000 TEUs como las que ya han operado en Chile), o bien, ampliar tanto la profundidad como las áreas de respaldo y la capacidad estructural de los muelles para atender directamente naves mayores de hasta 400 metros de eslora, 60 de manga y 16 de profundidad.

Estas indicaciones deberían ocurrir durante la próxima década, a partir de la transición actual en que se está modificando las características físicas de los muelles para atender naves de 360 metros de eslora y 15 metros de calado, como ocurre por ejemplo en Valparaíso y San Antonio, y debiera ocurrir en el corto y mediano plazo en los demás puertos de Chile.

Es importante señalar lo anterior porque una revisión de las características de la industria naviera post-crisis del año 2008⁶ muestra que las prioridades se han centrado en la reducción de costos, la eficiencia de las rutas, las fusiones para lograr economías de escala y la fuerte negociación por mantener solo las recaladas más rentables. Esto impone un desafío importante en cuanto a la capacidad de nuestros puertos para mantenerse en las rutas principales, a pesar del tamaño del mercado.

- La especialización de los puertos también será una variable clave de la planificación de largo plazo. Las instalaciones portuarias, caminos de acceso y sistemas de almacenamiento y respaldo, deberían tender a dar respuesta a mercados que les son propios en cada macrozona. Algunos ejemplos:

5 Estimación del tamaño máximo de buques portacontenedores en América del Sur 2012-2020. CEPAL. Boletín marítimo. Junio 2012.
6 Nuevos escenarios del transporte marítimo. Fluctuaciones del *shipping* y los nuevos escenarios. Parte II. CEPAL. Boletín FAL N°339-3 de 2015.

En el norte grande, la actividad minera condiciona en gran medida la demanda de los terminales. Tanto la salida de productos como la entrada de insumos dependen del desarrollo del sector. Los puertos de Arica, Iquique y Antofagasta se encuentran en esta condición. Iquique agrega transferencias asociadas a la Zona Franca, que diversifican su operación. Arica presenta una condición diferente debido a su rol en el cumplimiento del tratado de 1904 con Bolivia, según el cual otorga servicios para las cargas en tránsito de ese país. En el norte chico se registra movimiento de manufacturas, fruta y minerales en menor escala.

Por su parte, la macrozona central, cubierta por los puertos de Valparaíso y San Antonio (además de terminales privados en la bahía de Quintero), es la más relevante del sistema portuario nacional. Sus instalaciones atienden transferencia de manufacturas, alimentos, insumos para la construcción, vehículos, gas, maquinaria y minerales, además de carga diversa asociada al consumo del comercio.

En tanto, los puertos de Talcahuano y San Vicente se han especializado en productos e insumos forestales, harina de pescado, comestibles y fertilizantes. En este caso el sistema se relaciona con la industria forestal. En la zona sur y austral, los puertos atienden al sector acuícola, comercio y carga general.

- En la medida que más puertos diversifiquen su tarea, se requerirá contar con nuevas instalaciones de soporte. Por ejemplo, en el ámbito de las frutas, donde la disponibilidad de sistemas de refrigeración es indispensable. Así, abrir la oferta implica automáticamente activar este tipo de inversiones.
- La eficiencia en la operación de puertos depende de la capacidad instalada y también de los procedimientos y sistemas de soporte. La revisión de esfuerzos recientes para analizar la productividad portuaria y la competitividad de las exportaciones⁷, concluye que el mayor potencial de reducción de costos radica en los aspectos administrativos de los procesos de importación y exportación, más que en la infraestructura (se discute este punto con ejemplos concretos en el capítulo dedicado a logística).

Por ello, mientras más crece el volumen transado, más costoso es para el país mantener sin resolver esta condición cuyo impacto negativo ha sido reiteradamente destacado por especialistas y la industria.

- Respecto a las tecnologías, la contenedorización parece ser una tendencia predominante, incluso para algunas de las cargas que históricamente se transferían como graneles, como el concentrado de cobre e insumos para la minería. Esto origina la necesidad de equipamiento moderno para carga y descarga de contenedores, como grúas pórtico, contenedores volteables y sistemas de almacenamiento y traslado interno automáticos.

7 Entre otras: Comisión de Logística y Puertos del Consejo Nacional para la Innovación y la Competitividad. Julio 2015. Comisión de Productividad de la Confederación de la Producción y el Comercio. Octubre 2015.



- Existen posibles mejoras de procesos que producirían ahorros de costos en las cadenas logísticas completas. Entre ellas se encuentran la duración de los trámites de aduana, la informalidad en la operación y transacciones con transporte de camiones que absorben parte del costo con esperas y traslados no programados, la falta de coordinación en las operaciones de servicios públicos (SAG y Aduana especialmente), la obligación de cumplir con registros físicos que podrían ser electrónicos y la obligatoriedad de fiscalizaciones redundantes.

La revisión del ITF Transport Outlook 2015 permite anticipar algunas tendencias que ya han sido analizadas en forma general en Chile y son comunes a cualquier discusión sobre el futuro del transporte:

- Necesidad de enfocar las soluciones de transporte urbano hacia modos masivos para absorber la demanda adicional y al mismo tiempo mantener ciudades competitivas y saludables.
- La optimización logística, en todos los puntos de la cadena, surge como un requerimiento urgente en el mundo y en los países en desarrollo debido a los impactos ambientales y a la nueva carga que proviene de la concentración urbana. Existe poca holgura para el crecimiento esperado de la carga.
- La planificación de la infraestructura debe considerar cambios en las tendencias de crecimiento. Los aumentos de demanda, en el caso de la carga, por ejemplo, tienen que ver con nuevos tamaños de los barcos, lo que se traducirá en cambios en escalón de los rangos conocidos, de manera que las proyecciones de continuidad posiblemente serán insuficientes.

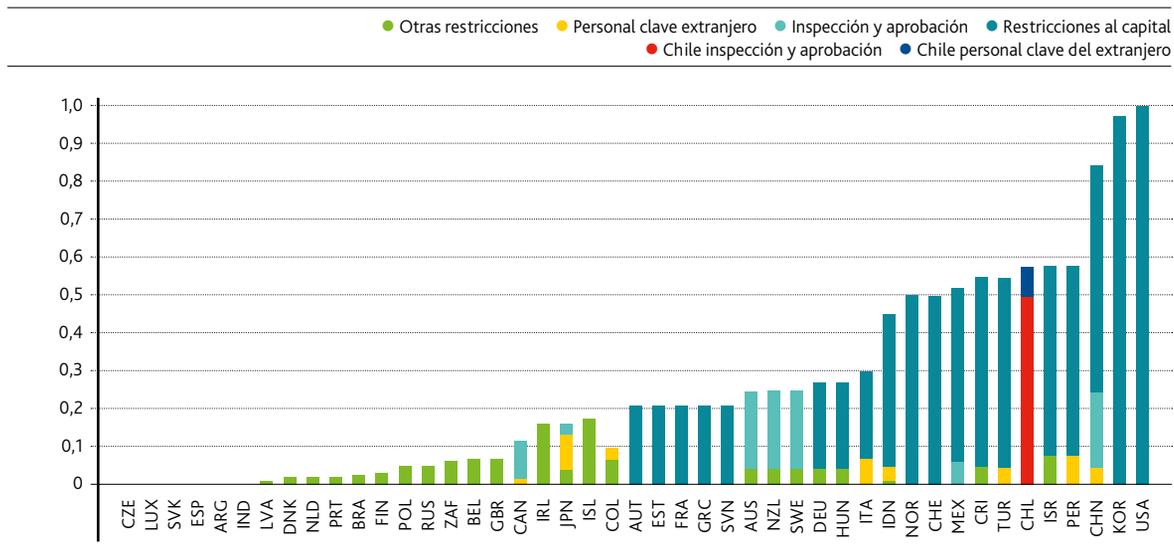
Necesidad de mejor regulación

En septiembre de 2015, fue publicado el estudio “Chile. Prioridades de políticas para un crecimiento más fuerte y equitativo”, elaborado por el área de estudios de la OCDE. Dicho análisis aborda los temas clave en los cuales el país requiere realizar cambios y mejoras para equiparar las condiciones con el promedio de países desarrollados. Específicamente, la publicación incluye los ámbitos de trabajo, educación y centralismo, pero en el único sector de inversión en el que identifica problemas para el desarrollo económico es en la regulación de puertos. En concreto, el estudio plantea la necesidad de abrir mercados y reducir regulación excesiva que impone barreras de entrada a la Inversión Extranjera Directa (IED).

La recomendación de OCDE apunta a liberalizar el cabotaje para aumentar la competencia y, junto con eso, a flexibilizar los procesos para mejorar la productividad del sector exportador, reconociendo su alta incidencia en el ingreso total del país.

Por esto, tal como se señaló en el análisis de los puntos previos en este capítulo, si bien la infraestructura debe estar disponible para enfrentar aumentos de demanda, es necesario considerar posibles soluciones en las etapas que acompañan el movimiento de carga.

FIGURA 6.4
Índice de restrictividad regulatoria a la IED



Fuente: Ocede.



3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

Teniendo en cuenta que en la versión previa de este informe se presentó un conjunto de planes que mantiene su vigencia, incluimos una revisión de su estado actual y los avances registrados. Se observa que en la mayoría de ellos la situación no se ha modificado y los proyectos se mantienen vigentes como planes de inversión.

TABLA 6.5
Proyectos de inversión previstos y estado actual
 Millones de dólares

Proyecto ICD 2014-2023		Inversiones previstas según ICD 2014			Estado actual	
		Estado 2014	Inversión	Mejora	Estado 2016	Inversión
Empresa Portuaria Arica (EPA)	Habilitación de Zona de Extensión de las Actividades Portuarias (ZEAP)	En ejecución 2014-2016	7 millones de dólares. Inversión propia con posibilidades de concesión	Aumenta capacidad del puerto	En ejecución. Disponible para 2015	17 millones de dólares
	Habilitación de 11ha para operaciones	Plazo para 2015-2019	100 millones de dólares. Probable inversión de EPA	Mejora y aumenta nivel de operaciones	Diseño y ejecución	91 millones de dólares
	Ampliación frente de atraque para un nuevo sitio	Plazo por definir	52 millones de dólares en etapa de análisis	Capacidad para una nueva nave	Sin cambios	52 millones de dólares
	Nuevo edificio corporativo	Plazo 2014	4 millones de dólares. Inversión de la empresa	Instalaciones para atender pasajeros	Sin cambios	4 millones de dólares
Empresa Portuaria Iquique (EPI)	Relleno borde costero ex-isla Serrano	Inicio para 2015-2016	19 millones de dólares	Aumenta en 3,5Ha el área de respaldo	Sin cambios	19 millones de dólares
	Construcción de un nuevo frente de atraque	Buscando concesionaria	105-455 millones de dólares	Mayor capacidad de operación	Sin cambios	105-4.055 millones de dólares
Empresa Portuaria Antofagasta	Mejora de sitios 1-3 para atención a naves Postpanamax		91 millones de dólares, por medio de concesión	Atención de naves Postpanamax (naves que superan el tamaño permitido en el Canal de Panamá) 4 años plazo	Sin cambios	91 millones de dólares
	Construcción de sitio especializado para graneles	Plazo 2013-2014	47 millones de dólares, por medio de concesión	Mejor operación con carga agrícola	Sin cambios	47 millones de dólares

TABLA 6.5
Proyectos de inversión previstos y estado actual (continuación)
 Millones de dólares

Proyecto ICD 2014-2023		Inversiones previstas según ICD 2014			Estado actual	
		Estado 2014	Inversión	Mejora	Estado 2016	Inversión
Empresa Portuaria Valparaíso	Extensión del sitio 3	Ejecución durante 2014	45 millones de dólares por concesión	Posibilidad de atraque simultaneo para dos naves	En ejecución	45 millones de dólares por concesión
	Nuevo viaducto de acceso a puerto	Construcción en 2015	36 millones de dólares por concesión	Solución de acceso a la zona	Adjudicado a Arquitecto Mathias Klotz. No se ha contruido nada.	36 millones de dólares por concesión
	Nueva estación intermodal	Construcción en 2015	30 millones de dólares, por la empresa	Mejora en maniobras intermodales	Sin cambios	30 millones de dólares, por la empresa
	Ampliación Terminal 2	2014-2018	507 millones de dólares, por concesión		Ejecución para 2016	507 millones de dólares, por concesión
	Fase 1 frente de atraque sector Yolanda	2022-2024	965 millones de dólares, por futura concesión		Sin cambios	1.500 millones de dólares
	Construcción espacio urbano en borde costero	Ejecución para 2014-2015	150 millones de dólares, por concesión		Sin cambios	150 millones de dólares, por concesión
	Nuevo terminal de pasajeros sector Francia	Ejecución para 2014	8,5 millones de dólares, por concesión		Ejecución para fines de 2015	7 millones de dólares
	Inversiones Zona de Apoyo Logístico	2018-2021	8 millones de dólares, por concesión		Sin cambios	8 millones de dólares, por concesión
	Acceso Cabritería	Ejecución en 2022, en conjunto con Fase 1 sector Yolanda	120 millones de dólares		Sin cambios	120 millones de dólares
Empresa Portuaria San Antonio	Reparación losas de traspaso muelle explanada	Ejecución en 2014	25 millones de dólares, por concesión		Sin cambios	25 millones de dólares, por concesión
	Extensión del sitio 3	Ejecución en 2014	8 millones de dólares, por concesión		Aprobado para su ejecución	63 millones de dólares
	Dragado de Sitio 2 y 3	Ejecución en 2017	50 millones de dólares, por concesión			50 millones de dólares, por concesión
	Profundización Sitios 4 y 5	Ejecución en 2014	18 millones de dólares, por concesión		Terminado	18 millones de dólares, por concesión
	Habilitación frente de atraque en muelle	2015-2018	225 millones de dólares, por concesión		Sin cambios	225 millones de dólares, por concesión
	Dragado Zona Marítima Común	En ejecución para 2014-2015	24 millones de dólares, por la empresa		En ejecución	24 millones de dólares, por la empresa



TABLA 6.5
Proyectos de inversión previstos y estado actual (continuación)
 Millones de dólares

Proyecto ICD 2014-2023		Inversiones previstas según ICD 2014			Estado actual	
		Estado 2014	Inversión	Mejora	Estado 2016	Inversión
Empresa Portuaria San Antonio	Modernización terminal norte	En ejecución para 2014	14 millones de dólares, por concesión		En ejecución	14 millones de dólares, por concesión
	Habilitación 70ha para actividades logísticas y gestión de tráfico	2014-2020	70 millones de dólares, por la empresa		Sin cambios	70 millones de dólares, por la empresa
	Fase 1 nuevo frente de atraque	2022-2024	870 millones de dólares, por futura concesión		Sin cambios	870 millones de dólares, por futura concesión
	Accesos ferroviarios y viales		37 millones de dólares, por inversión sectorial		Sin cambios	37 millones de dólares, por inversión sectorial
Empresa Portuaria Talcahuano San Vicente	Reforzamiento de los sitios 2 y 3	En ejecución. Plazo límite: 2017	90 millones de dólares, compartidos entre la empresa y la concesión	Aumentar capacidad de producción y almacenaje en el puerto	En ejecución	120 millones de dólares
	Ampliación frente de atraque para un nuevo sitio	2014-2018	50 millones de dólares, por concesión	Generación de nuevo sitio para operaciones	Sin cambios	50 millones de dólares, por concesión
Empresa Portuaria Puerto Montt	Construcción de nuevo terminal	Relicitándose por falta de interesados	60 millones de dólares, por concesión	Puerto con acceso rápido a Ruta 5	Sin cambios	60 millones de dólares, por concesión
Empresa Portuaria Chacabuco	Terminal especializado en naves menores	Adjudicación de la concesión para 2014	6 millones de dólares	Muelle flotante con dos sitios, rampa de atención y expañada de 6000 m ²	No adjudicado	6 millones de dólares
Empresa Portuaria Austral	Recuperación capacidad Muelle Prat	Licitación para 2014. Inicio de obras para 2015-2016	13 millones de dólares, por concesión	Recepción de cruceros y otros	Licitación para 2015. Infraestructura para 2016-2017	13 millones de dólares, por concesión

Fuente: Elaboración propia en base a ICD 2014-2023 y Seia.

TABLA 6.6
Puertos privados, proyectos de inversión previstos y estado actual

Proyecto ICD 2014-2023		Inversiones previstas según ICD 2014			Estado actual	
		Estado 2014	Inversión	Mejora	Estado 2016	Inversión
Interacid Mejillones (privada)	Desarrollo de terminal especializado en carga de concentrado de cloruro de potasio	En proceso de calificación ambiental	90 millones de dólares	Terminal especializado	En ejecución	90 millones de dólares
	Terminal especializado para carga de granel	En proceso de calificación ambiental	86 millones de dólares, por medio del concesionario	Aumenta capacidad en 2,5MM de ton	Se están realizando modificaciones al proyecto original	86 millones de dólares, por medio del concesionario
	Instalaciones para recepción de embarques de graneles minerales	Ejecución durante 2014	90 millones de dólares	Mejor operación para transferencias de concentrado de cobre y hierro	En construcción	90 millones de dólares
	Acopio y embarque de hierro	Ejecución durante 2014	2 millones de dólares	Mejor operación para acopio de hierro	Sin cambios	2 millones de dólares
	Creación del puerto para despacho de hierro	Comenzado para 2014	185 millones de dólares	Operaciones con hierro	Sin cambios	185 millones de dólares
	Creación del puerto para ampliar operaciones de transferencia de minerales	En carpeta hace más de 4 años	225 millones de dólares	Ampliación de operaciones de minerales	RCA aprobado en 2014	225 millones de dólares
	Creación del puerto	Ejecución para 2015	250 millones de dólares	No especifica	Aprobación ambiental lista 2015	250 millones de dólares
Puerto Ventanas	Ampliación embarque de concentrado	Se esperaba ejecución en 2013, pero sigue en proceso de calificación ambiental	32 millones de dólares, por la empresa		En etapa de evaluación ambiental	20 millones de dólares
Oxiquim	Terminal multipropósito de graneles	En proceso de calificación ambiental	126 millones de dólares, por la empresa			126 millones de dólares, por la empresa

Fuente: Elaboración propia en base a ICD 2014-2023 y Seia.



Así, el total previsto en este sector es aproximadamente de 1.000 millones de dólares, aunque su ejecución y continuidad son inciertos mientras todos no cuenten con los permisos ambientales y territoriales necesarios. Por su fecha de presentación, se estima que no antes del año 2017 se podrá conocer la evolución de algunas de estas solicitudes y, especialmente, la posible materialización de las inversiones. Por esa razón no se incluyen dentro de la estimación de inversiones totales previstas en puertos en esta oportunidad.

En cuanto a las proyecciones de demanda para los puertos del Estado, el Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNDP), publicado en el año 2013 y desarrollado por equipos conjuntos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y las empresas portuarias, es la actualización más completa disponible.

Sin embargo, a la fecha de su realización las expectativas de crecimiento económico eran superiores a las actuales. En efecto, el supuesto de crecimiento del PIB en dicho documento era de tendencia, en torno a 4% promedio anual. También, especialmente en los puertos del norte, se utilizaron tasas de crecimiento estimadas en el rango de 7% de la carga minera, lo que no ha ocurrido a ese ritmo. La comparación entre el total movilizadado en el año 2014 y su equivalente proyectado reveló una diferencia que debe ser considerada.

Al no cumplirse los supuestos, fue necesario modificar las proyecciones incorporando la situación actualizada. En este informe no se replica el proceso de estimación del PNDP para cada puerto, sin embargo, se incorpora el ajuste usando la metodología que se describe a continuación.

- Se tomó como base la proyección del informe para el año 2014 (que había sido elaborada en el año 2012).
- Se calculó la diferencia entre la proyección original y la estadística real para situar en este caso el año 2014 como nuevo punto de partida.
- Se mantuvo el supuesto de crecimiento de largo plazo al mismo ritmo anual de la curva original en cada puerto (bajo el supuesto de que la dinámica del respectivo sistema productivo se mantendrá sin cambios estructurales, solo con cambios en los niveles del intercambio).
- Se estableció como caso base la curva corregida y se mantuvo en el gráfico la proyección original hasta el año 2025 como referencia. Para alcanzar el nivel estimado originalmente por el Plan Nacional de Desarrollo Portuario, se requeriría casi duplicar el crecimiento anual de la economía durante un plazo de 10 años, que permitiera recuperar la proyección del PNDP. Sin embargo, las proyecciones de crecimiento anual del PIB que el Fondo Monetario Internacional proyecta para Chile, muestra tasas anuales en el rango de 3% hasta el año 2020, lo que dificulta que la meta inicial se alcance en el plazo previsto.

TABLA 6.7
Puertos, proyección a 2025

Pasajeros (pax/año)	Comentarios	Carga (ton/año)	Comentarios
695.980	Corresponden a cruceros. Se utilizó una tasa de crecimiento de la demanda de 4,57% anual, que mantiene la tendencia del período 2002-2015, y considera tanto pasajeros como tripulantes.	76.791.000	Estimación a partir de proyecciones PNDP corregidas por estadística de 2014, manteniendo crecimiento según la tendencia de largo plazo.

Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Transportes y Corporación de Puertos del Conosur.

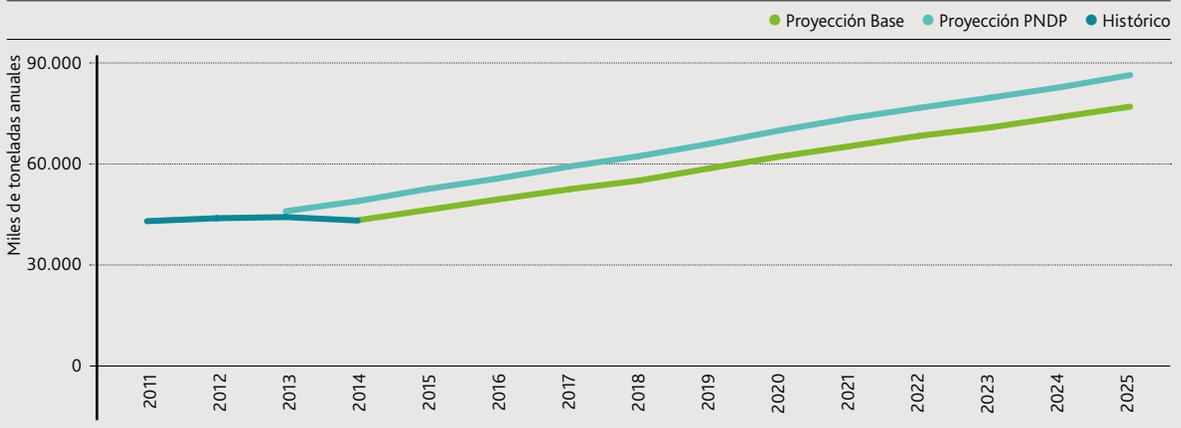
Teniendo en cuenta esta aproximación y bajo el supuesto de ejecución de todos los proyectos en carpeta, posiblemente con algún desfase, pero con el aumento de capacidad previsto, se comparó la demanda estimada con la capacidad proyectada, para determinar el año en que podría requerirse nueva inversión en cada puerto. La estimación de transferencia total debería alcanzar poco más de 76 millones de toneladas anuales en el año 2025 por cuenta de los puertos estatales que actualmente movilizan aproximadamente 43 millones de toneladas cada año y representan aproximadamente la mitad del total transferido en el país.

Las diferencias observadas entre la estimación original del Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNDP) y las cifras corregidas a partir de la carga real registrada en el año 2014⁸ son consecuencia de lo mencionado anteriormente respecto a los supuestos utilizados en la formulación de este.

8 El PNDP usó series observadas hasta 2011, por lo que desde 2012 en adelante son proyecciones en esa serie.



FIGURA 6.5
Demanda histórica y proyectada en puertos del estado
 Miles de toneladas anuales



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 6.6
Demanda histórica y proyecciones para cada puerto

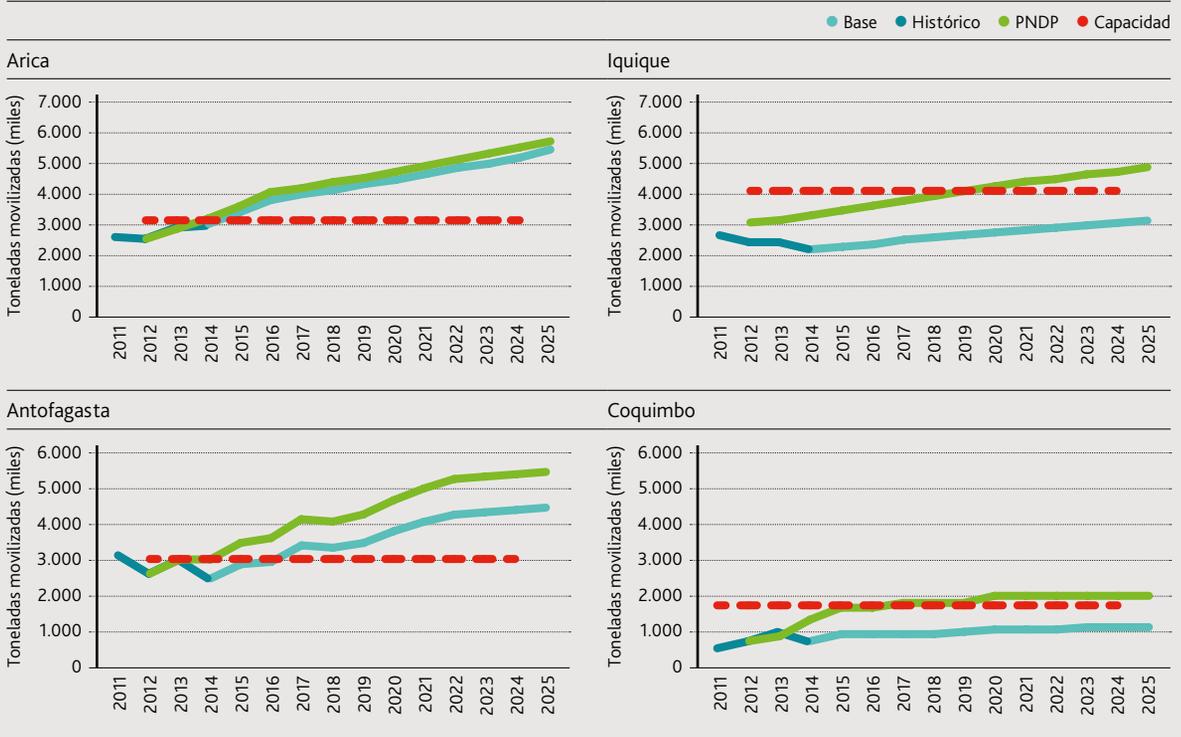
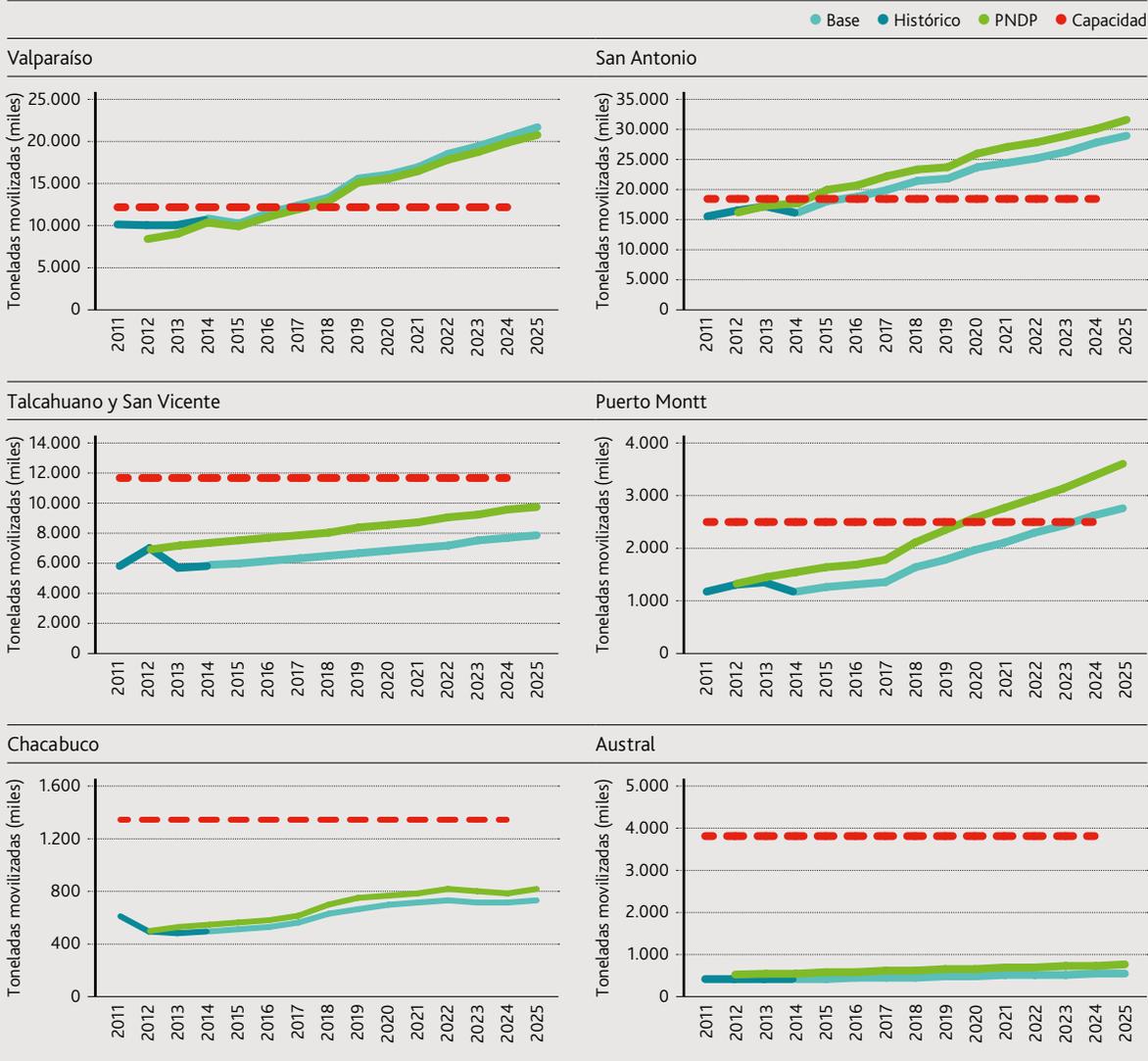


FIGURA 6.6
Demanda histórica y proyecciones para cada puerto (continuación)



Fuente: Elaboración propia.



BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

La capacidad de transferencia está dada tanto por la disponibilidad de frentes de atraque como por el equipamiento de grúas y las dimensiones de las áreas de respaldo. Así, por ejemplo, aun cuando Arica tiene una capacidad nominal de transferencia superior a 4 millones de toneladas anuales, su espacio de acopio la limita a cerca de 3, haciendo necesario invertir en nuevas áreas con el fin de obtener el rendimiento potencial de sus instalaciones.

Por otra parte, Iquique se dimensiona en términos de contenedores, mostrando una limitación de capacidad en el corto plazo, que hace urgente la activación del proceso de licitación pendiente para asegurar a tiempo la capacidad necesaria. Aunque la capacidad teórica es superior a 6 millones de toneladas, no tiene la posibilidad de movilizar más de 3 millones en contenedores. Esto afecta su potencial de crecimiento y captura de clientes dado que la tendencia general es a la contenedorización en todos los ámbitos de carga y al claro potencial de crecimiento de los graneles sólidos en la zona norte.

Con todo, en cada uno se deduce el plazo en el que la proyección de demanda excedería la capacidad. Considerando los períodos de desarrollo de infraestructura portuaria, se requeriría anticipar en al menos 5 años el inicio del proyecto o en 2 años el inicio de las obras respecto a la fecha de cruce de las dos curvas, para así contar con capacidad adicional en forma oportuna.

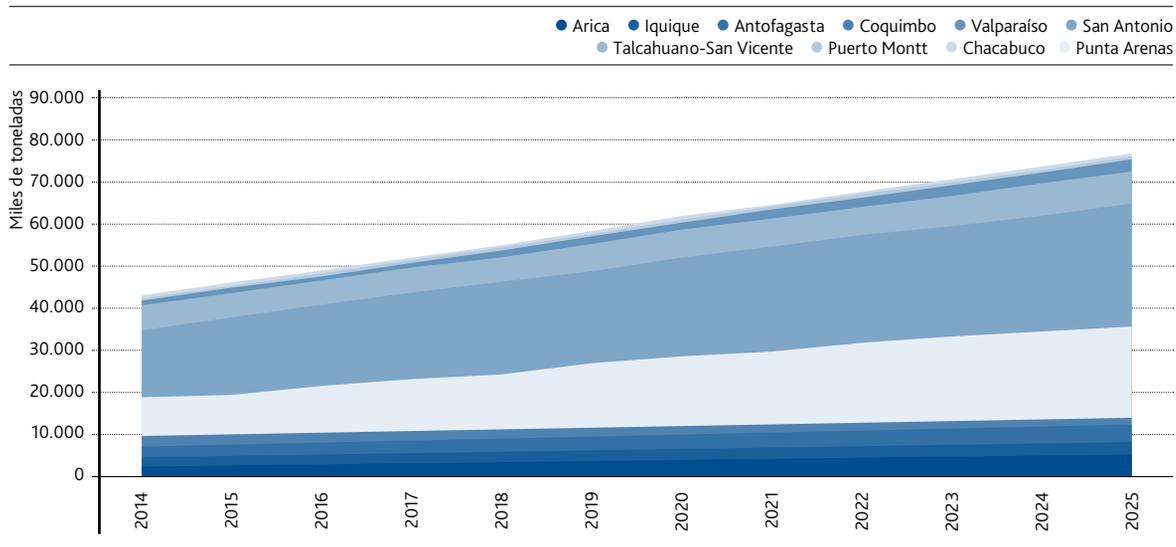
TABLA 6.8
Limitaciones de capacidad previstas para los puertos del estado

Puerto	Año límite de capacidad	Comentarios
Arica	2015	Puede operar mayores volúmenes pero carece de áreas de respaldo
Iquique	2020	Para satisfacer demanda de carga en contenedores. Para carga general, tiene capacidad hasta después de 2025
Antofagasta	2017	Aun opera con capacidad limitada por obras y problemas ambientales y de acceso
Coquimbo	Posterior a 2025	En 2019 si se recupera crecimiento previsto en el PNDP
Valparaíso	2017	Año límite para entrada en operación de nuevo terminal
San Antonio	2015	Año límite para activación de nueva capacidad (P. Central)
Talcahuano-San Vicente	Posterior a 2025	
Puerto Montt	Posterior a 2025	
Chacabuco	Posterior a 2025	
Punta Arenas	Posterior a 2025	

Fuente: Elaboración propia.

En base a las proyecciones, se espera que el crecimiento se concentre en el norte en graneles sólidos principalmente, mientras que en la zona central y centro sur la participación de carga en contenedores sea mayor. La figura da cuenta de la importancia de la macrozona central en la actividad portuaria nacional, lo que confirma también la importancia de realizar inversiones en mayor capacidad en forma oportuna.

FIGURA 6.7
Proyección demanda de carga en puertos del Estado



Fuente: Elaboración propia.

Las limitaciones de capacidad pueden resolverse por la vía de un aumento en productividad portuaria, a través de nueva infraestructura o con una combinación entre ambas.

Además, los puertos chilenos, especialmente los que movilizan los mayores volúmenes de carga, cuentan con tecnología y procesos que les permiten lograr altos niveles de rendimiento, medido tanto en la utilización de la superficie como en la cantidad de toneladas transferidas por hora. Por ello, nueva tecnología ayudaría a incrementar esos niveles si otras condiciones también ocurrieran, como mejoras en los accesos o disponibilidad de áreas de respaldo más amplias y cercanas. Por lo anterior, es posible afirmar que los puertos chilenos pueden ser más productivos, pero enfrentan importantes limitaciones extra-portuarias que les impiden lograr todo el potencial de su capacidad instalada. Por esta razón, los proyectos portuarios han comenzado a incorporar en las inversiones las necesarias iniciativas de acceso para la carga. Esto incluye vialidad, ramales de ferrocarriles y soluciones de conectividad urbana.



Una situación especial es la licitación y construcción del puerto de gran escala en la zona central. Se trata del proyecto portuario de mayor magnitud que se haya construido en Chile y su habilitación deberá asegurar la incorporación de las tecnologías y métodos más modernos. Aunque la decisión sobre el puerto que se transformará en el mayor polo para el comercio marítimo del país no está tomada, ambas empresas portuarias (San Antonio y Valparaíso) se preparan con alternativas en las que han invertido hasta ahora para confirmar su factibilidad técnica y económica.

La decisión puede definir un puerto o una combinación de ellos, lo que podría modificar los presupuestos, sin embargo, la estimación preliminar asciende a aproximadamente 2.400 millones de dólares considerando nuevos terminales e infraestructura de conectividad, intercambios y respaldos.

TABLA 6.9
Inversiones previstas en los puertos del Estado
 Millones de dólares

Puerto	Inversiones en curso	Proyectos 2016-2020	Proyectos 2020-2025	Comentarios
Arica	17	143		Expansión de áreas de respaldo
Iquique		419		Expansión vía licitación
Antofagasta			138	Planes de expansión no confirmados
Coquimbo				
Valparaíso	45	739	1.620	Ambos puertos proyectan Puerto de Gran Escala. La inversión alcanza aprox 2.400 millones de dólares. En ambos casos se considera puerto y accesos. Locación por definir
San Antonio	194	295	907	
Talcahuano-San Vicente	90	50		
Puerto Montt		60		
Chacabuco		6		
Punta Arenas		13		
Total ⁽¹⁾	346	1.725	2.538	
Total 2016-2025 ⁽²⁾			4.263	

Fuente: Elaboración propia.

(1) Este total no corresponde a la suma porque considera US\$2.400 en el puerto de gran escala en lugar de lo previsto por cada uno de los puertos.

(2) No considera las inversiones en curso en 2015.

Con todo, el diagnóstico del sector portuario se ha elaborado a partir de diferentes componentes. Por una parte, analizando las diferencias entre capacidad y demanda y, por otra, identificando la situación relativa de Chile en el contexto mundial, en términos de las variables relevantes en que influye la actividad portuaria.

Desde el punto de vista de las inversiones en infraestructura, en el ámbito logístico las prioridades deberían estar en:

- Asegurar conexión continua de las rutas (evitando trasbordos que aumenten el costo).
- Continuar aumentando el calado de los sitios de atraque en los principales puertos, para atender naves de mayor tamaño en el largo plazo.
- Proveer conexiones ferroviarias entre puertos y zonas de producción.

Sin embargo, los principales ahorros potenciales de costos del sistema de comercio internacional chileno provienen de mejoras de procedimientos, y los mayores impactos en reducción de costos y aumento de los volúmenes podrían obtenerse de la mayor eficiencia que es necesario lograr en esa área.



4 | **RECOMENDACIONES DE ACCIÓN**

- Sin duda, cumplir el cronograma de inversiones en especial en los puertos cuya capacidad se aproxima al límite, es prioritario. Eso obliga a preparar con anticipación los procesos de licitación, realizar consultas, preparar bases, desarrollar estudios técnicos, anticipar financiamiento y trabajar en los permisos mínimos necesarios para concesionar el espacio físico a privados.
- En forma similar a otros sectores, Chile se encuentra en una transición desde la planificación en plazos cortos y con visión de proyectos, a una mirada más amplia y con perspectiva de sistema, multisectorial y multimodal. El desafío en el sector portuario es concretar una visión y transformarla en un programa que guíe las inversiones en el largo plazo. No se requieren más definiciones. En este caso se necesita evaluar alternativas de política portuaria, explorar algunos nuevos modelos de negocios y especialmente, consolidar un modelo de gestión de las inversiones que trascienda los períodos presidenciales. Es posible que se requiera un compromiso político transversal respecto a esta visión, para evitar cambios de enfoque como resultado de cambios de gobierno.
- Configurar los escenarios futuros más probables para Chile en términos de volúmenes de carga, tipos de barcos, integración a redes logísticas internacionales y requerimientos de espacio físico para operaciones marítimas en el puerto y para almacenamiento y servicios complementarios. En este sentido, constituiría un enorme avance el concretar la antigua propuesta de un Plan Maestro Logístico para Chile y desde él derivar las inversiones portuarias.
- Fortalecer el procesamiento y análisis de la información. Reunir los datos en una base consistente es aún un desafío en Chile, para medir productividad y calidad del sistema portuario. En ese sentido, el Observatorio Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, debería operar como una base que consolide datos y asegure su consistencia y seguimiento en el tiempo.
- Analizar el impacto de posibles cambios legales sobre el sistema. Específicamente, la regulación respecto a cabotaje –cuya liberación se ha venido discutiendo hace algunos años–, la consolidación de naves con bandera chilena y el tratamiento contractual de las tripulaciones extranjeras. Si bien se trata de temas que exceden las proyecciones de infraestructura, en todos los casos afectan los patrones de demanda y potencialmente generan necesidades nuevas en el largo plazo.
- Explorar nuevos modelos de negocios para las concesiones de terminales, que incluyan la construcción y gestión de sistemas de acceso a los puertos, consideren la posibilidad de revisar los alcances de los contratos cada 10 años (teniendo en cuenta el dinamismo del mercado) y abran vías de financiamiento de servicios complementarios que hasta ahora no se han considerado.
- Modernizar cuerpos normativos para facilitar la incorporación de tecnología de inspección, control y servicio a los barcos.
- Avanzar en la instalación de sistemas de sensores de vientos y mareas para generar criterios objetivos para el cierre de los puertos en casos de clima adverso. Estas inversiones podrían ser parte de los componentes de nuevas licitaciones y deberían coordinarse con Directemar en cuanto a su uso y fiscalización.

Logística

El desempeño logístico influye en la eficiencia de la cadena logística y afecta de manera directa a la competitividad y eficiencia de las operaciones de abastecimiento y comercio exterior. También en este ámbito se ha llegado a cuantificar el potencial de reducción de costos asociado a diferentes cadenas productivas.

La existencia de un índice específico de validez global, conocido como *Logistics Performance Index*, facilita la determinación de brechas y la identificación de las áreas en las que se requiere acción para mejorar progresivamente la posición relativa de Chile en el ranking.

Índice de desempeño logístico

Índice de Desempeño Logístico 2014 (LPI)	Chile	España	Italia	N. Zelanda
2007	32	26	22	19
2010	49	25	22	21
2012	39	20	24	31
2014	42	18	20	23

Fuente: Banco Mundial.

Se observa que Chile ha descendido 10 lugares desde 2007 y Nueva Zelanda 4 en el mismo lapso, mientras que España e Italia han avanzado 8 y 2 posiciones respectivamente. Ahora, si tomamos el indicador de infraestructura, podemos concluir que posiblemente la buena posición de España en este ámbito explique de manera importante el buen resultado de esa nación en el índice de desempeño logístico.

Componente de infraestructura

Componente de Infraestructura (LPI) 2014	Chile	España	Italia	N. Zelanda
2007	34	24	23	22
2010	50	25	20	26
2012	41	24	23	29
2014	41	20	19	22

Fuente: Banco Mundial.

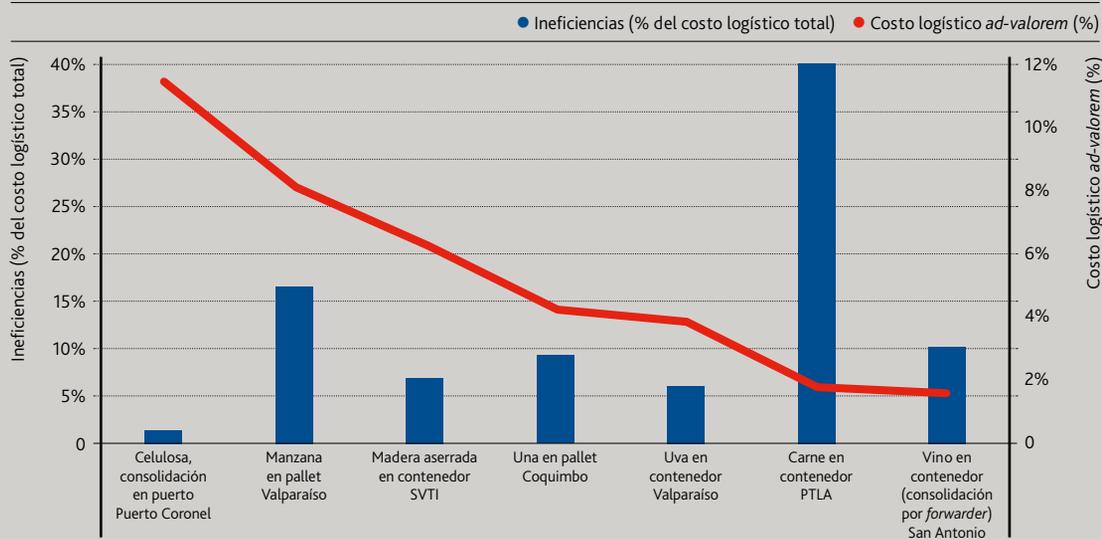


En Chile, la situación en el componente de infraestructura es claramente rezagada respecto a países de referencia. Ello supone que es necesario avanzar aproximadamente 20 lugares en 10 años para equiparar condiciones en términos de soporte para las redes logísticas. Cabe indicar que el índice de 2010 posiblemente se deterioró como resultado del terremoto de febrero de ese año puesto que produjo daños significativos a la infraestructura vial y ferroviaria nacional.

Un análisis de la totalidad de los factores que afectan el desempeño logístico revela que además en Chile existe insuficiencia en las capacidades logísticas. Esto es, procesos y personal debidamente entrenado. En este campo, nuestro país se localiza más de 25 lugares detrás de los países que se han identificado en las comparaciones previas.

Costo logístico *ad-valorem* e ineficiencias

Porcentaje



Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Así, a pesar de que Chile mantiene una posición de liderazgo en América Latina en la mayoría de los factores, se encuentra entre 20 y 25 puestos detrás de las naciones desarrolladas de referencia. Con todo, tomando como referencia los datos previos y las comparaciones con casos similares, y luego de analizar la evolución de los índices en el tiempo, se puede sugerir que Chile, en el año 2025, debería encontrarse en torno al lugar 20 de competitividad global y de desempeño logístico.

Es importante notar esta situación puesto que, dada la posición de Chile en términos de sus índices sociales y económicos, el crecimiento del producto está fuertemente condicionado por el aumento de la productividad y la competitividad, por lo que avances en estos factores son determinantes para mejorar la posición relativa.

Así, un desempeño logístico deficiente tiene un impacto notorio en la productividad y la competitividad. Estudios recientes realizados por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones muestran que existen ámbitos de ineficiencia cuyo impacto en los costos finales de los productos es alto, logrando cuantificar el componente que se le puede atribuir a ineficiencia.

Adicionalmente, diversos estudios han medido efectos de pérdidas (o disminución de ganancias potenciales) como producto de costos que pueden eliminarse o reducirse a través de normativa y procesos más eficientes, que acompañen los avances registrados en el costo del componente de transporte. Una síntesis de estos efectos se presenta en la tabla siguiente.

Así, desde el punto de vista de las inversiones en infraestructura, en el ámbito logístico las prioridades deberían estar en:

- Asegurar conexión continua de las rutas (evitando trasbordos que aumenten el costo).
- Continuar aumentando la profundidad de los sitios de atraque en los principales puertos hasta 15 metros, para atender naves de mayor calado en el largo plazo.
- Proveer conexiones ferroviarias entre puertos y zonas de producción.

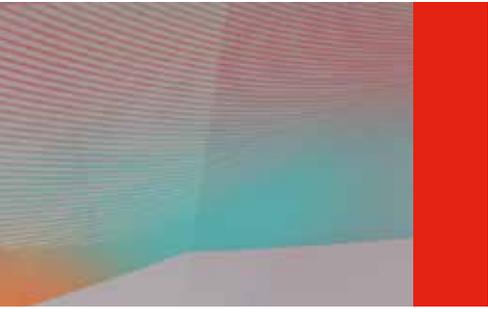
En consecuencia, los principales ahorros potenciales de costos del sistema de comercio internacional chileno provienen de mejoras de procedimientos, y los mayores impactos en reducción de costos y aumento de los volúmenes, podrían obtenerse de la mayor eficiencia que es necesario lograr en esa área.



Efectos en el costo del componente de transporte

Variable de costo	Descripción	Impacto estimado	Comentarios
Reducción de demora en trámites de importación	La mejor práctica internacional muestra que se requieren 4 días y en Chile se mantienen 12 días	7,2% de reducción en el precio del producto en el mercado	Se requieren cambios en la organización de los procesos, automatización
Aumento del tamaño de naves que recalán en Chile	Las ganancias de eficiencia por escala de almacenamiento de contenedores permite reducir los costos del transporte	Reducción potencial de 7% si se utilizan todas las eficiencias del cambio de tamaño.	La inversión en infraestructura portuaria contribuiría a recibir naves de mayor calado
Aumento de productividad de los puertos	En promedio, aumentar en 20% la productividad del puerto de San Antonio implica 4 horas menos de permanencia de los barcos y equivale a 0,15% de las exportaciones totales	110 millones de dólares de menor costo de las exportaciones anuales.	Aunque la productividad portuaria de Chile es alta para sus competidores de la costa oeste de América (65 TEU/hora en 2013), se encuentra lejos de los niveles de los puertos más eficientes de Europa (Rotterdam, 95 TEU/hora) y Asia (Yokohama, 150TEU/hora).
Reducción de 1% del costo de transporte terrestre nacional de productos	Disminución de los costos de transporte local entre puerto y productor	Aumento de aproximadamente 4% en las exportaciones de minerales, fruta y manufacturas	Los costos de transporte son eficientes en algunos tramos, sin embargo, en el caso de requerir transferencia modal, el costo local se incrementa y afecta el resultado esperado del negocio, reduciendo los volúmenes.

Fuente: McKinsey, División de Desarrollo Logístico (MTT).



Capítulo 7

FERROCARRILES

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Durante varias décadas, la evolución de los servicios ferroviarios en Chile se caracterizó por una situación de inestabilidad, complejos problemas de administración y debilidad en la formulación de planes de desarrollo viables.

No obstante, gradualmente, en los últimos años la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), ha logrado reducir las pérdidas y formular una estrategia de largo plazo que apunta a más que duplicar la participación del modo en el movimiento de carga, junto con la consolidación de servicios de pasajeros a través del desarrollo y operación de servicios de cercanías en las regiones Metropolitana y del Biobío.

El plan maestro vigente y su correspondiente respaldo en el plan trienal que le asigna presupuesto, reflejan los lineamientos de modernización estructural que la empresa requiere para consolidar su crecimiento en condiciones de solidez financiera y alta calidad operacional y de servicios.

Ahora, aun cuando este estudio intenta determinar brechas de infraestructura a partir de la diferencia entre demanda y capacidad proyectadas, en el caso de ferrocarriles se requiere un enfoque distinto. Las previsiones de inversión en este caso no se apoyan en una demanda insatisfecha, sino en el resultado de una estrategia a través de la cual la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) propone atraer pasajeros y carga a su sistema, como derivación de mejoras de calidad, aumento de frecuencias y modernización organizacional, entre los aspectos más importantes. Así, aunque los proyectos



intentarán cerrar brechas históricas sobre la presencia del modo ferroviario, las proyecciones son más bien el reflejo de los objetivos que EFE se ha planteado en términos de captura del mercado y crecimiento de largo plazo. La brecha de oferta en este caso es equivalente a aquella que cubre la demanda capturable, necesaria para hacer viables las inversiones.

Por otra parte, merecen atención las brechas en términos de comparación internacional, que se mantienen y tienden a profundizarse. En efecto, según el índice de competitividad del World Economic Forum¹, en su componente de infraestructura ferroviaria, se observa que Chile ocupa el lugar 79 entre 144 países, mientras que por ejemplo España se encuentra en el lugar 4 y Portugal en el 25. Esta posición se compara negativamente incluso con la infraestructura vial nacional que destina el lugar 35 para Chile. En el sector ferrocarriles, entonces, nuestro país enfrenta un rezago que excede el esfuerzo de cubrir demanda insatisfecha acumulada. Se requiere un proceso de recuperación gradual del sistema que le permita luego avanzar en competitividad.

En cuenta de ello, existen dos elementos que marcan el inicio de este esfuerzo: el Plan de Impulso a la Carga Ferroviaria², que apunta a duplicar la participación del modo en el transporte de carga interurbana, y los proyectos de trenes de cercanías para pasajeros (Rancagua Express y Santiago-Melipilla), que llegan en un momento apropiado para solucionar desplazamientos masivos de población localizada en los alrededores de Santiago. Para este último, se pretende movilizar, por año, a más de 20 millones de pasajeros a partir del año 2016. Se espera que este concepto permita a la red expandirse en el futuro agregando tramos de alta carga hasta alcanzar otros polos urbanos más alejados (por ejemplo Concepción), con el mismo estándar de los trenes nuevos. Y luego se prevé la expansión por tramos hacia el norte y costa.

Una característica de este diseño es la reserva de vías para la carga, considerando la necesidad de resguardar la productividad del sistema y avanzar en forma eficiente en ambos mercados de interés.



1 Competitive Performance Index. World Economic Forum, 2015.

2 Plan de Impulso a la Carga Ferroviaria. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2013.

Así, una síntesis de las inversiones previstas por el sistema ferroviario estatal, entre los años 2016 y 2025, muestra cifras en el entorno de 4.036 millones de dólares, de los cuales 990 millones de dólares deberían ejecutarse en el período 2016-2020 y el resto hacia el año 2025. Se destaca que la cifra anterior, considera 2.400 millones de dólares en proyectos que posiblemente se desarrollen posterior al año 2025, los que dependerán principalmente de las necesidades que genere el desarrollo urbano y la actividad portuaria (refuerzo sistema ferroviario a San Antonio; By-pass a Santiago y Ferrocarril Santiago-Valparaíso).

TABLA 7.1
Resumen de inversiones proyectadas por EFE
 Millones de dólares

Tipo	2016-2020	2016-2025
Pasajeros	656	2.406
Carga	336	1.630
Total	992	4.036

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de estas inversiones, el mejoramiento de la oferta ferroviaria requiere acciones complementarias, adicionales a la inversión en infraestructura de sistemas operacionales.

Por tanto, las necesidades de acción en el ámbito de carga se refieren principalmente a modernización normativa, al establecimiento de un marco regulatorio que permita competencia equilibrada entre modos, el establecimiento de contratos que aseguren niveles de servicio y, a la relación entre normativa y fiscalización.

En el ámbito de pasajeros, en cambio, las recomendaciones se dirigen al fortalecimiento de la capacidad de gestión comercial y operativa de los nuevos servicios masivos, la exploración de nuevos tramos y el tratamiento del tren como un modo integrado en redes de mayor alcance.

El resultado de estos planes podrá medirse en términos del cambio en la posición relativa de nuestro país en cuanto a su sistema ferroviario. En la misma forma que en otros ámbitos de la infraestructura, pero en este con mayor intensidad, se comprueba que el comportamiento de tendencia no permitirá lograr ese posicionamiento. Las nuevas inversiones permitirán avanzar hacia una base mejorada, sin embargo, el desafío que enfrentamos implicará dimensiones significativas de inversión por los siguientes 20 años si esperamos nivelar en forma más permanente nuestra situación con países de referencia.



2 | RESEÑA DEL SECTOR

EL SECTOR FERROCARRILES EN CHILE

La red ferroviaria nacional puede caracterizarse en dos grandes áreas. La red norte (exclusiva de carga), de propiedad y operación privada, y la red sur (carga y pasajeros, utilizando en varios casos la misma vía), de propiedad de EFE y operación mixta.

Red de carga

En el norte, los ferrocarriles son de propiedad privada y están ligados a grupos empresariales que tienen posición en la generación de carga. Es decir, que proveen de sus servicios a empresas ligadas con la minería, transportando productos principalmente en el sentido cordillera-mar y viceversa. La empresa Ferronor es propietaria y operadora de la red longitudinal existente, mientras que empresas principalmente ligadas a la minería son las dueñas de las vías transversales.

La única excepción a lo mencionado anteriormente, es el ferrocarril que une las ciudades de Arica, en Chile con La Paz, en Bolivia. Este servicio, cuya vía es de propiedad de EFE, se mantiene en condiciones de operar para dar servicio a Bolivia según lo estipula el Tratado de Paz de 1904. Recientemente se completó una inversión de 58 millones de dólares y se encuentra actualmente abierto el proceso de postulación a operadores para el transporte de carga en este servicio.

No obstante, como se indicó, Ferronor S.A. es la empresa propietaria de la mayor parte de la red norte. Sus operaciones van desde la primera a la quinta región, conectando principalmente operaciones mineras con puertos. Sus servicios también incluyen el transporte de carga a países como Argentina y Bolivia.

En tanto, la empresa Ferrocarriles de Antofagasta a Bolivia (FCAB), también presta servicios en la red norte, especialmente a empresas mineras de mayor envergadura apostadas en la región.

También existen otras líneas ferroviarias cuyos dueños son CMP, SQM y Codelco, entre otros. Sin embargo, pese a ser operaciones principalmente ligadas a la minería, solo alcanzan algunos cientos de kilómetros y atienden rutas internas.

Por su parte, en el sur, las operaciones de carga son realizadas por las empresas privadas Fepasa y Transap. No se ha observado una variación importante en la cantidad de toneladas transportadas durante los últimos años debido principalmente a las desventajas de este modo en comparación con su competidor terrestre por carretera, dejando únicamente para el tren la carga con gran vocación ferroviaria, es decir la carga de alta densidad y menores requerimientos en su manipulación.

TABLA 7.2
Principales características red de carga

Red	Región	Detalle	Carga movilizada al año 2014 (Millones Toneladas/año)	Km de Vía	Operadores	Comentario
Norte	XV Región	Arica-Visviri (La Paz)	–	205	FCALP	Red pública de uso público operada por EFE
	I a IV Región	Ferromor + FCAB + Ramales	27,22	3.030	Pirazzoli; Antofagasta PLC; SQM; CMP; Codelco	Red privada de uso público con operadores privados
Sur	V a X Región	Fepasa + Transap		1.729	Fepasa; Transap	Red pública de uso público con operadores privados + EFE según tramo

Fuente: Elaboración propia en base a EFE y Picaf.

Red de pasajeros

La Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) es dueña de la infraestructura de vías de todo el sector, mientras que el material rodante y las operaciones sobre estas, permanecen a cargo de distintos agentes (integración rueda-riel).

Así, el transporte de pasajeros está a cargo de EFE y sus filiales operadoras, a través de las cuales separó de vías los negocios de transporte de carga y de pasajeros. Actualmente, el servicio es brindado por tres filiales operadoras mediante una estructura de holding. En este caso, EFE es propietario de las vías y, las filiales, son operadoras del material rodante.

Las operadoras que manejan los distintos servicios son:

- Merval: servicio suburbano que se compone de la línea propia, más las combinaciones a Limache, Quillota, La Calera y Olmué.
- TMSA: Trenes Metropolitanos S.A., que combina cuatro servicios suburbanos: Terrasur (Santiago-Chillán), Metrotren (Santiago-San Fernando), Expreso Maule (Santiago-Linares) y Talca-Constitución.
- Fesub: combina tres servicios suburbanos: Biotren, Corto Laja y Victoria-Temuco.

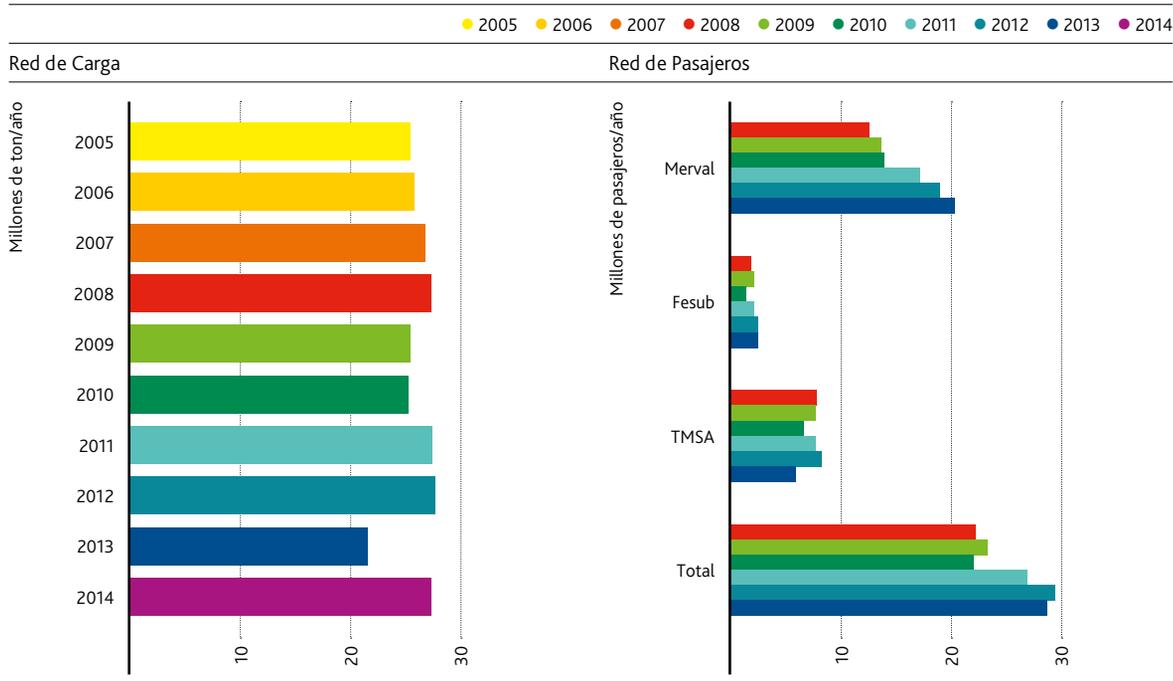


TABLA 7.3
Principales características red de pasajeros

Red	Región	Nombre	Comparte Vía con Carga	Pax/año (2012)	Km de Vía	Operadores	Comentario
Sur	V	Limache-Puerto (Merval)	Si	18.904.736	44	Merval	Red pública de uso público operada por EFE
	RM-VI	Santiago-San Fernando	Si	7.572.278	134	TMSA	
	RM-VIII	Santiago-Chillán	Si	463.790	400	TMSA	
	VII	Talca-Constitución	No	79.737	89	TMSA	
	VIII	Biotren	Si	1.504.383	48	FESUB	
	VIII	Laja (S. Rosendo)-Talcahuano	Si	504.409	88	FESUB	
	IX	Victoria-Temuco	Si	448.681	60	FESUB	
Total	29.478.014						

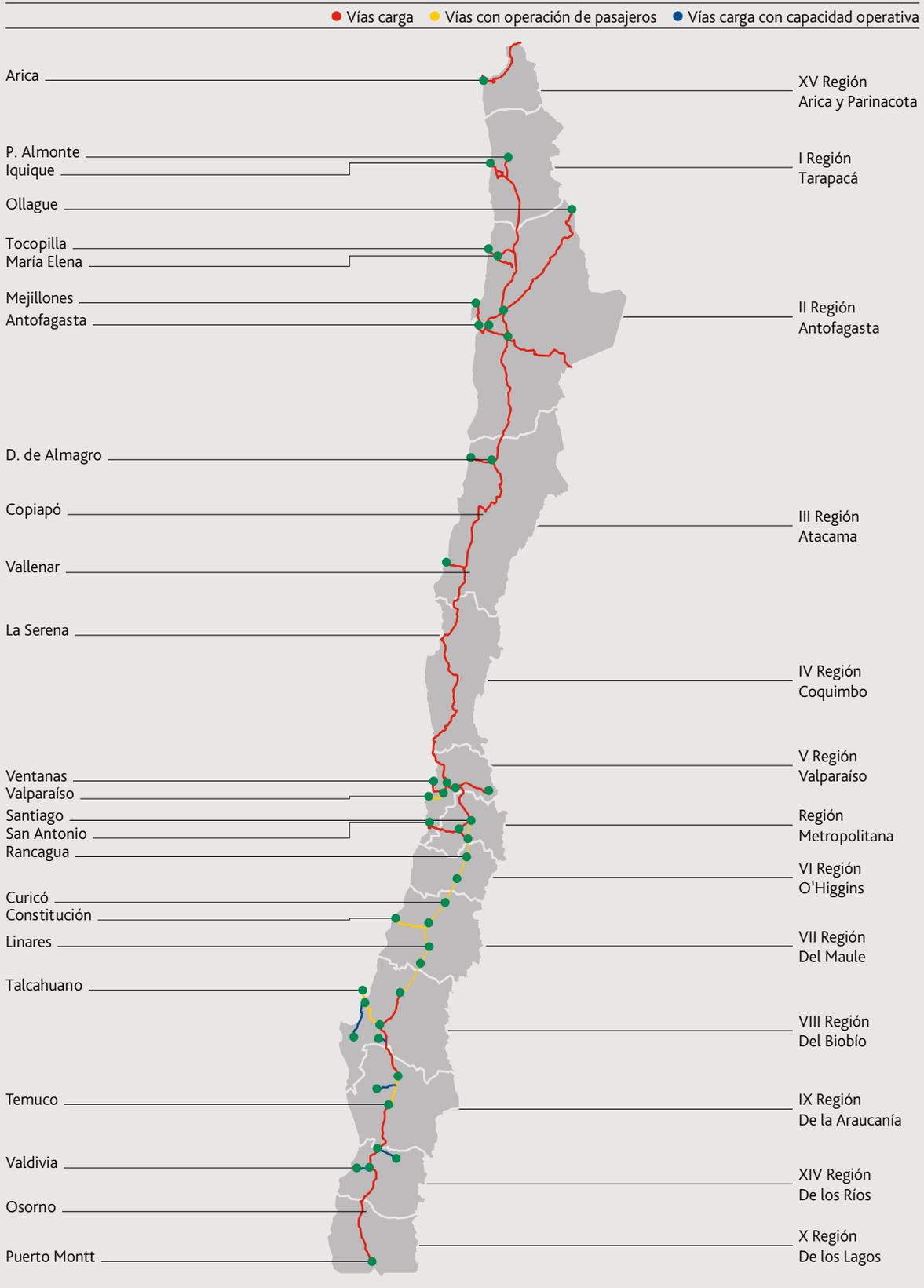
Fuente: Elaboración propia en base a EFE.

FIGURA 7.1
Datos históricos red nacional (pasajeros y carga)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 7.2
Localización de vías ferrocarriles



Fuente: Elaboración propia en base a EFE y Picaf.



MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO

EFE es una persona jurídica de derecho público y constituye una empresa autónoma del Estado, dotada de patrimonio propio. Se rige por la Ley General de Ferrocarriles del Estado y desde el año 1993 por el DFL 1 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que fijó el texto refundido coordinado y sistematizado de la Ley Orgánica de la Empresa. Esta ley viene a corregir la Ley General de Ferrocarriles, que debido a su antigüedad (data desde 1931) ha quedado obsoleta e inaplicable en múltiples aspectos.

Actualmente, EFE responde a la fiscalización de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS) en lo que respecta a su calidad de empresa que se administra como sociedad anónima abierta y también a la Contraloría General de la República en cuanto a los aportes y subvenciones del Fisco.

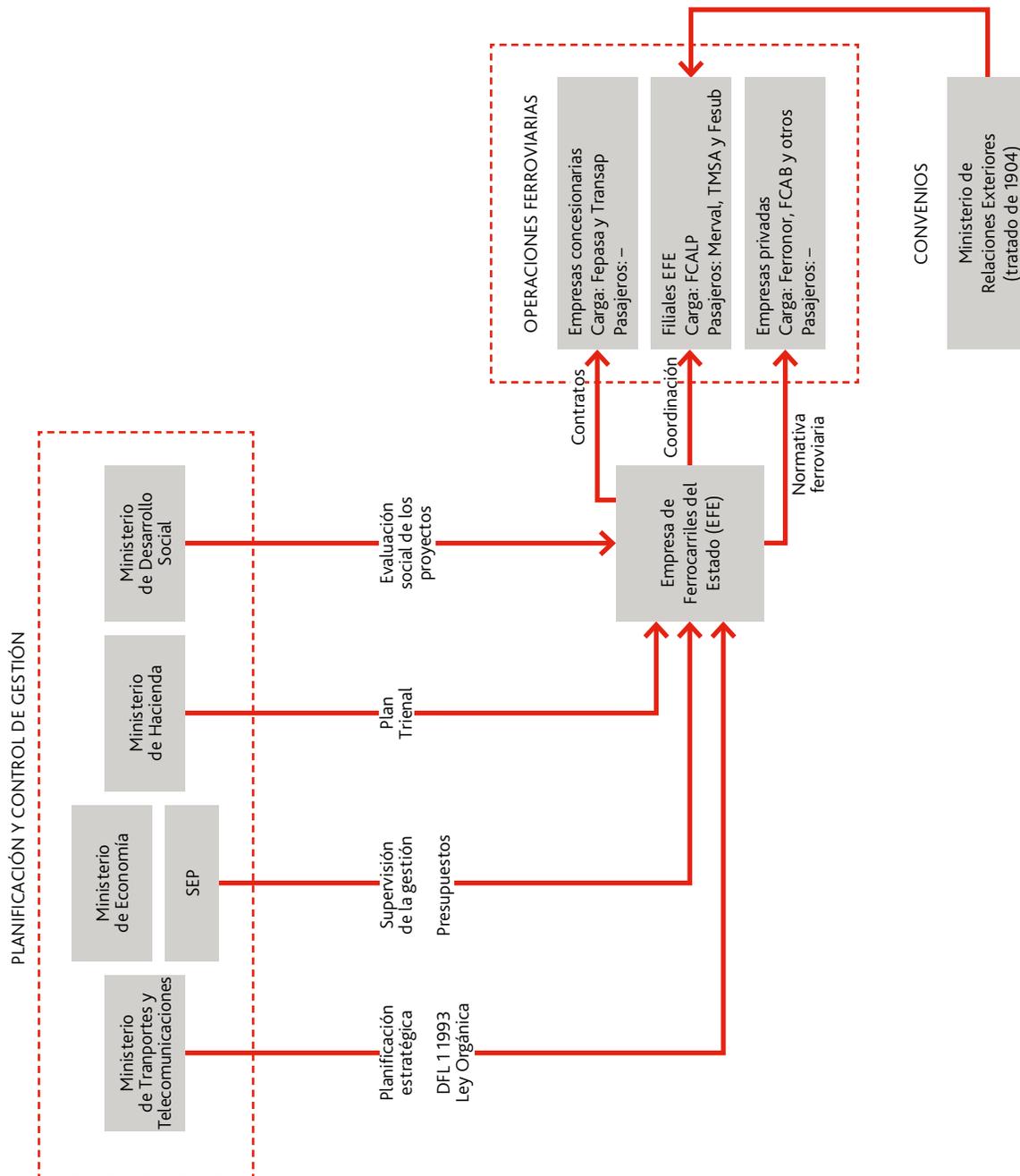
El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones es el encargado de designar al presidente del directorio y a sus otros siete miembros, cuyos cargos tienen una duración de 3 años, pudiendo ser reelegidos o cesados de sus funciones dependiendo del nivel de la gestión. El directorio también está compuesto por un noveno miembro, que es el representante de los trabajadores y vela por este sector de la empresa.

Paralelamente al directorio, existe un Oficial de Cumplimiento y una Gerencia de Contraloría, las cuales fiscalizan las acciones del directorio y la relación con el Estado, respectivamente. Por otro lado, el directorio designa un Gerente General y a este reportan a su vez, diez gerencias y un fiscal.

En cuanto a los aportes que recibe la Empresa por parte del Estado, estos son los acordados por los Planes Trienales que debe revisar y aprobar el MTT y son exclusivamente para infraestructura y equipos, mientras que EFE debe hacerse cargo de las operaciones cobrando por la realización de sus distintos servicios, tal como lo estipula la ley.

Un aspecto aun no resuelto en cuanto a la forma de operar de EFE es su organización interna en el ámbito de la normativa y fiscalización. En efecto, la empresa realiza ambas tareas, lo cual contraviene las buenas prácticas de aplicación habitual, según las cuales el emisor de la normativa fiscaliza su cumplimiento en terceros. En este caso la aplica a sí mismo, lo que es inconveniente si se desea garantizar el rigor y la imparcialidad en los controles. Por esta razón, existe una iniciativa en discusión respecto al traslado del área normativa de EFE a su equivalente para otros modos en el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, quedando la labor de definición y control de las normas fuera de la empresa.

FIGURA 7.3
Mapa conceptual Ferrocarriles



Fuente: Elaboración propia.



Ley Orgánica de EFE

La Empresa de Ferrocarriles del Estado se rige por el DFL 1 de 1993 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, junto a las modificaciones introducidas por el DFL 24 de 2003, cuyo fin principal fue abordar aspectos necesarios tanto en el aspecto legal como de gestión.

Ambas áreas están entrelazadas y apuntan al correcto desempeño de la Empresa. Por un lado, se le da carácter legal a EFE: persona jurídica de derecho público, autónoma del Estado, relacionada con el gobierno mediante el MTT y dotada de patrimonio propio. Por otro, aporta en aspectos fundamentales en cuanto al fin y objeto social de EFE: la explotación de servicios de transporte de carga y de pasajeros, realizable por EFE o mediante terceros (contratos, concesiones, sociedades y otros) con limitaciones relacionadas a la forma de licitar las concesiones, el mantenimiento de la infraestructura y el acceso al uso de las vías y sus tarifas.

Esto permite variadas políticas de desarrollo, donde EFE puede ser explotador absoluto de los servicios (esto ocurría hasta el año 1990), o bien con un sistema de completa privatización, donde EFE solo mantiene propiedad sobre la infraestructura y vela por el cumplimiento de contratos.

Actualmente, la Empresa se encuentra en una posición intermedia, donde mediante sus filiales gestionan los servicios de pasajeros, mientras el transporte de carga y el mantenimiento de infraestructura y equipos están a cargo de privados.

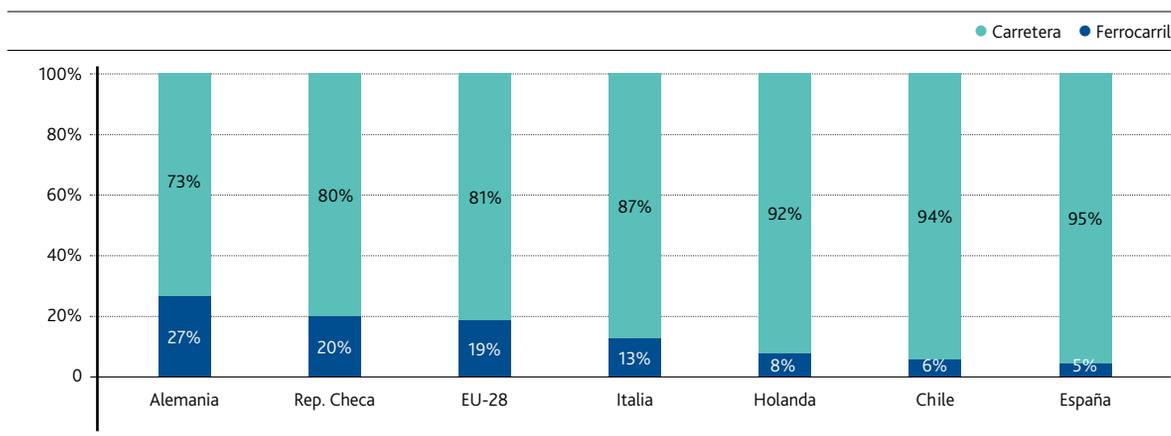
En resumen, EFE obtiene financiamiento de la venta de servicios, la explotación de sus activos y los aportes aprobados en el Plan Trienal. No puede recibir aportes del Estado, para su funcionamiento, que no estén en alguno de los ítems recién mencionados.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

La posición relativa del modo ferroviario en el transporte de carga en Chile es aún baja, comparada con países de la OCDE, excepto con España, país que ha favorecido las inversiones ferroviarias en el ámbito de pasajeros y dejado las carreteras para la carga.

La comparación entre la situación de Chile y países OCDE en cuanto a participación del modo ferroviario, pone en evidencia el escaso uso del mismo. El parangón con Holanda es ilustrativo, principalmente porque, dado que en ese país las distancias locales son reducidas, resulta eficiente el uso del camión respecto al ferrocarril. En tanto, en Chile, es precisamente la distancia extensa la que haría conveniente el ferrocarril como medio de transporte de carga, en el traslado de mercaderías, especialmente graneles y productos de costo unitario bajo que se rentabilizan por altos volúmenes.

FIGURA 7.4
Transporte por ferrocarril y carretera
 Miles de millones de toneladas - kilómetro (2013)



Fuente: Eurostat, INE.

Ahora bien, respecto a la competitividad del modo en Chile, es necesario realizar análisis más detallados para confirmar que efectivamente tiene la capacidad de captar la carga que actualmente se moviliza por camión. En un estudio reciente encargado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones³, quedó en evidencia que si bien existen beneficios en ciertos componentes de costos, no siempre se compara favorablemente el ferrocarril respecto al camión.

Así, la decisión de fomentar el transporte por ferrocarril requiere análisis en diferentes dimensiones. El argumento de política pública se sustenta en la rentabilidad social de las inversiones, generada principalmente por el ahorro de tiempo y combustible en comparación con el camión como principal alternativa terrestre. En este caso, la reducción de externalidades negativas justifica las inversiones en el modo ferroviario.

Una estimación realizada por EFE muestra que el beneficio social del camión es aproximadamente \$70 por ton-km, frente a \$25 del tren, lo que se explica principalmente por menores costos de operación. La misma comparación, en el caso de los pasajeros, revela que para una misma ruta, el beneficio del tren, de alrededor de \$30 por pasajero-km, es casi duplicado por el bus en el caso de viajes suburbanos, mientras que en viajes interurbanos, esa diferencia se reduce sustancialmente debido a que el efecto de congestión es menos relevante que en el ámbito urbano o suburbano, donde los ahorros de tiempo pueden ser significativos.

3 Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Steer Davies Gleave, 2011, para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.



Sin embargo, también es necesario analizar el modo ferroviario desde el punto de vista privado, especialmente en su uso como parte de las cadenas logísticas. En este caso, la comparación con el camión considera los costos fijos y variables, que afectan el precio final al dueño de la carga. McKinsey⁴, basándose en el estudio realizado en el año 2011 sobre competitividad del transporte terrestre de carga, realizó comparaciones de costos entre modos para viajes similares.

Según este análisis, el costo variable de operación para carga general seca en tramos transversales en la zona central, es de \$12 por ton-km para el camión y \$7 para el ferrocarril. En tanto, el costo fijo de operación es de \$17 para el camión contra \$123 del ferrocarril, por ton-km. Por esto, en distancias cortas como son los tramos transversales, el ferrocarril compite con dificultad.

En el mismo sentido, se analiza el caso de la inversión en un terminal intermodal de carga que resulta rentable para el inversionista si es posible realizar la conexión de terminal a puerto como viaje completo. En el caso de usar ferrocarril, en la actualidad se debe agregar trasbordo a camión en el último tramo, a un costo que elimina la ventaja de la integración.

Con todo, el análisis concluye que el ferrocarril presenta ventajas frente al camión para algunos casos como el transporte de graneles sólidos desde sectores mineros hasta los puertos, especialmente si es posible completar el viaje en un modo.

Por tanto, considerando el volumen de la carga y requisitos especiales como refrigeración, surge una clara ventaja del modo marítimo para largas distancias. A partir de estas comparaciones, realizadas desde la perspectiva del usuario final, cada modo tiene ventajas en determinados rangos: el camión, para volúmenes hasta 7,5 millones de ton-km; el ferrocarril entre 7,5 y 115 millones de ton-km y el transporte marítimo sobre ese rango.

En Chile, la estrategia de desarrollo ferroviario se ha apoyado fuertemente en proyectos de carga. Teniendo en cuenta que el mismo plan establece la necesidad de financiar las operaciones, es especialmente importante compatibilizar la valoración de los beneficios sociales –que justifican la destinación de recursos públicos– con la estructura de precios y servicios a los clientes. Sin una oferta competitiva desde el punto de vista privado, es poco probable que la meta de captura de demanda se cumpla según lo programado.

4 Desarrollando una agenda para impulsar la productividad de Chile. Cadena Logística. Septiembre 2015. McKinsey&Company. Para la Confederación de la Producción y el Comercio.

3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

Se han realizado diversos esfuerzos, especialmente desde el año 2009 en adelante, para establecer líneas estratégicas para el desarrollo de los ferrocarriles en Chile.

Los más recientes son dos documentos que resumen la situación institucional de la empresa de ferrocarriles y plantean metas de largo plazo en términos de movilización de pasajeros y carga.

El primero de ellos es el plan maestro vigente, que surgió de la necesidad de alcanzar diferentes objetivos:

- Reducir las pérdidas
- Definir una línea de trabajo y prioridades
- Mejorar la posición competitiva del ferrocarril en las redes de carga
- Configurar una política clara respecto al modo ferroviario, su organización, propiedad, normativa y estándares.
- Adaptar la estructura de la empresa para lograr las metas de mercado esperadas.

El plan incluye algunos principios de diseño que determinan el modelo de negocios y la estructura de la empresa desde el año 2014.

- La operación y la planificación se realizarán en forma separada. La planificación será llevada a cabo por EFE matriz, que se dedicará además a resguardar la integridad de la red y a aprovechar las economías de escala del grupo. Toda la operación estará en manos de las filiales.
- Las iniciativas de nuevos servicios se acometerán con financiamiento incluido, que consideraría las inversiones en infraestructura, el material rodante y el equipamiento.
- Ninguna empresa del grupo iniciará servicios deficitarios por iniciativa propia. Si el Estado decide llevar adelante un servicio con déficit operacional, tendrá que hacerse cargo de su financiamiento.
- La flexibilidad y la correcta lectura de las señales del mercado y los requerimientos de la ciudadanía, constituyen las claves para ajustar la capacidad a la evolución de la demanda, pues así se evita que lo que se planifica hoy se convierta en un obstáculo para lo que se requiera hacer en el futuro.

Estos planteamientos no se han modificado y la empresa avanza en la materialización de los proyectos previstos en el plan para lograr los volúmenes de carga y pasajeros esperados en el largo plazo.



Por otra parte, el segundo documento es Plan de Impulso a la Carga Ferroviaria (PICAF), publicado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, en el marco de la planificación estratégica sectorial. Como su nombre lo indica, este escrito tiene como foco principal el aumento de la participación del modo ferroviario en el transporte de carga terrestre.

Este plan se elaboró con la colaboración de los operadores privados, y plantea un resumen de inversiones destinadas a capturar carga denominada “con vocación ferroviaria”, es decir, que se produzca y traslade en grandes volúmenes, idealmente con una alta densidad y que no requiera cuidados especiales en su tratamiento (como lo que sería necesario si se transportaran, por ejemplo, equipos electrónicos).

En este caso se trata de un plan de acción con objetivos y evaluación de los proyectos, que se respaldó con el Plan Trienal, en el que se destinan los recursos a las inversiones requeridas en infraestructura y equipos.

Cabe señalar que EFE mantiene contratos de concesión para la operación, cuyo plazo de vencimiento es el año 2020. Por esta razón, aunque debe mantener vigentes las condiciones iniciales, se requiere lograr acuerdos que permitan, dentro de las condiciones generales del contrato, abrir nuevas líneas de negocio que incluyan inversiones.

Como se indicó anteriormente, el crecimiento del modo ferroviario en la red centro sur está dado por un conjunto de nuevos proyectos definidos como parte de sus planes estratégicos. La materialización de estos proyectos está condicionada por la continuidad de los recursos y, principalmente, por la capacidad de gestionar sus avances en forma efectiva y oportuna.

A continuación, entonces, se presenta una breve descripción de cada uno de los proyectos que se encuentra actualmente en alguna de sus etapas de ejecución.

Rancagua Express

Proyecto que busca unir las ciudades de Santiago, Nos y Rancagua en 50 minutos. Con una inversión cercana a los 540 millones de dólares, este trayecto estará operativo durante el segundo semestre del año 2016 y sumará a la red cerca de 12 millones de nuevos usuarios al año.

Extensión de Biotrén a Coronel

Biotrén es un sistema de ferrocarril suburbano que cubre parte del Gran Concepción (desde Concepción hasta Hualqui). Forma parte del Sistema Integrado de Concepción (Biovías) y es administrada por Fesub (filial de EFE). Actualmente, y con una inversión aproximada de 80 millones de dólares, se está llevando a cabo una extensión de la vía férrea desde el sur de la ribera del río Bio Bio hacia Coronel, la cual aumentará la demanda de la red en 4 millones de usuarios al año. Se encuentra actualmente en ejecución.

Aumento de frecuencia de Merval

Desde sus inicios en el año 2005, y con más de 40 km construidos y 20 estaciones, Metro de Valparaíso se ha posicionado como eje central del transporte público en la capital de la región del mismo nombre, permitiendo conectar el puerto con Limache en menos de una hora. La creciente demanda por su uso ha hecho necesario activar nuevas inversiones en material rodante para mejorar la oferta a través de aumentos de frecuencia.

El proyecto consiste en la adquisición de trenes, inversiones en infraestructura y ajustes en los sistemas de control, por aproximadamente 42 millones de dólares. Se encuentra actualmente en ejecución.

Alameda-Mallico y extensión a Melipilla

Este proyecto busca unir de manera rápida el centro de la capital con una de las ciudades satélite más pobladas de la Región Metropolitana. La primera parte de este proyecto ya se encuentra aprobada. Se espera que el proyecto atraiga del orden de 30 millones de pasajeros adicionales a la red, para lo cual se ha destinado una inversión total que alcanzará los 468 millones de dólares (367 millones de dólares para el trienio 2014-2016).

Suburbano Estación Mapocho-Batuco

Con influencia en una zona de 500.000 habitantes, este proyecto ferroviario busca potenciar el traslado a una de las zonas de mayor crecimiento del Gran Santiago en los últimos años. Este servicio suburbano busca capturar una demanda por sobre 16 millones de pasajeros en el año 2017. Para su realización se estima una inversión de 281 millones de dólares.

Aunque este proyecto forma parte de la red ferroviaria de servicios de cercanías propuesto en el Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025, aún se encuentra en etapas anteriores al financiamiento.

Ahora, además de estos proyectos que ya forman parte de la cartera en curso y financiada de EFE, existen otras iniciativas que aun requieren mayor análisis y especialmente, definiciones sobre sus beneficios y forma de financiamiento. Se trata de dos proyectos de carga que mejorarían la eficiencia de algunas redes logísticas.

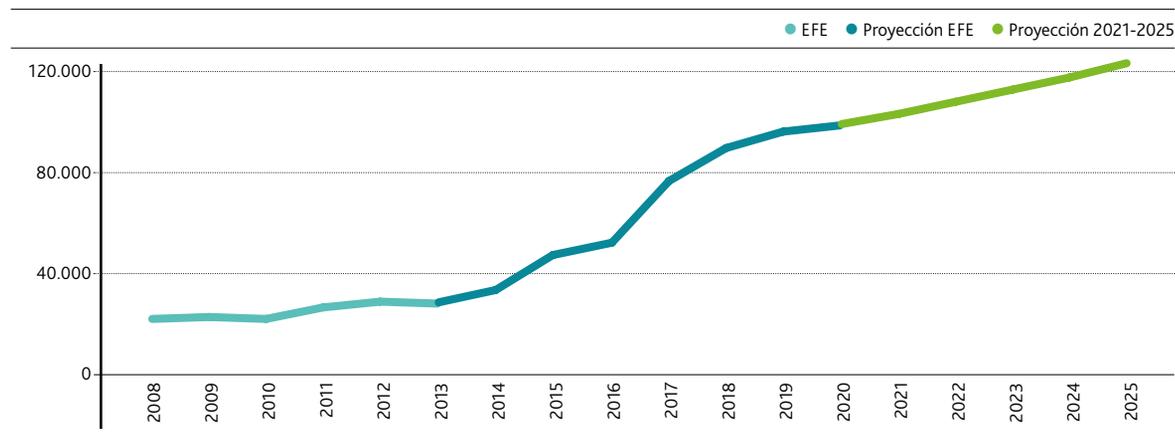
El primero, es el By-Pass a Santiago. De acuerdo a los distintos servicios ferroviarios para pasajeros que operarán próximamente en la zona centro (Rancagua Express, Alameda- Mallico, Alameda-Batuco) se reducirá la disponibilidad de vías y la calidad de servicio para las operaciones de carga al sur. Debido a esto y al crecimiento esperado de la demanda, es que se considera realizar un bypass ferroviario que cruce Santiago por la zona poniente, de tal manera que se permita el libre transporte de carga entre la zona norte y la zona sur, sin tener que acceder al centro de la ciudad, dejando así la red férrea libre para el transporte de pasajeros, pero operativa para la carga en forma independiente, especialmente en un tramo de escasez de vía.



El segundo, es el acceso a Concepción por el trazado norte. Este proyecto es parte de una serie de mejoras en cuanto a transporte de carga y de pasajeros en la zona centro-sur del país. Consiste en el estudio de un trazado ferroviario de 70 kilómetros (394 millones de dólares) desde Chillán hasta Concepción, llegando a la capital regional por la zona norte, evitando el desvío actualmente existente. Teniendo en cuenta que el beneficio de este proyecto sería absorbido en su mayoría por el sector forestal, se ha planteado a los gremios del sector la alternativa de una inversión mixta, público-privada que respalde su materialización.

Ninguno de estos proyectos se encuentra aún en una etapa que pueda considerarse próxima a su materialización. De hecho, su posible ejecución es todavía incierta. Aun así, es posible que la decisión sobre el puerto de gran escala en la macro zona central active en conjunto la necesidad de inversiones de conectividad ferroviaria, entre ellas el by-pass a Santiago y nuevos centros de intercambio modal. Aun así, es importante señalar que el impacto de los nuevos proyectos, si se alcanzan las dimensiones previstas, es un cambio sustancial en las tendencias de la demanda, mostrando incrementos en escalón que luego se suavizan en el largo plazo.

FIGURA 7.5
Proyección demanda ferrocarril (pasajeros)
Miles de Pasajeros transportados por año



Fuente: Elaboración propia.

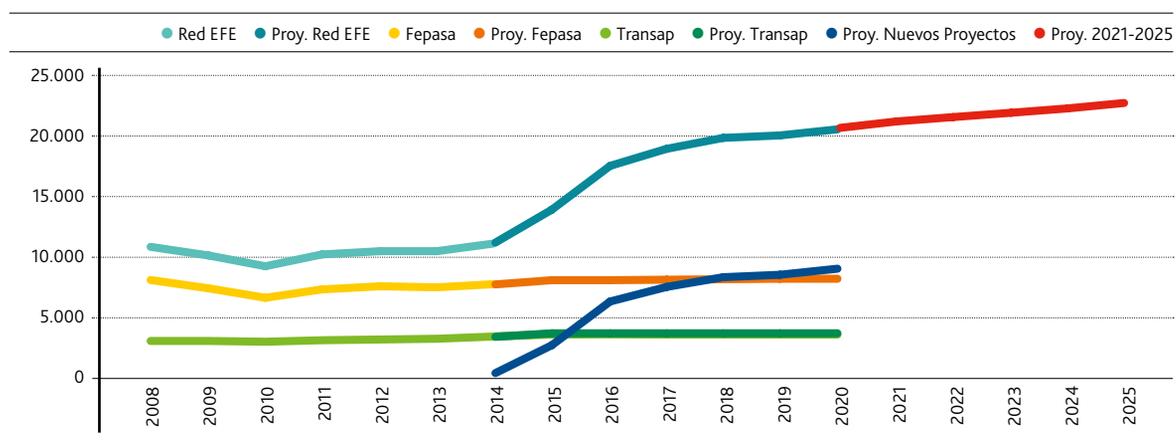
En atención a la demanda, como se puede observar en el gráfico, creció ligeramente entre los años 2011 y 2012, ha tendido a mantenerse hasta el año 2014 (posiblemente como resultado de la falta de mayor capacidad) y luego aumenta a un ritmo intenso hasta el período 2019-2020, cuando llega a la meta de pasajeros que se han planteado las nuevas inversiones como conjunto (Rancagua Express, mejoramiento Merval, Santiago-Mallico).

La proyección de crecimiento posterior al año 2020 se realizó usando una tasa fija que refleja las tendencias históricas de los servicios de pasajeros. Es posible que con mejores condiciones y especialmente con un sistema más confiable, se logre una tasa anual de captura superior a la utilizada en este ejercicio.

En cuanto a la carga, el gráfico muestra las tendencias esperadas de cada componente considerando las proyecciones de los operadores privados y las propias de EFE.

En números redondos, el objetivo de EFE es duplicar la carga movilizada, llegando a 20 millones de toneladas en el año 2020.

FIGURA 7.6
Transporte carga ferroviaria
Miles de toneladas transportadas



Fuente: Elaboración propia.

Ahora, en este caso, se observa el fuerte impacto del PICAF sobre las tendencias de la carga. La mayor parte del crecimiento ocurrirá en los servicios provistos por EFE, manteniendo los operadores privados una tendencia más bien plana del volumen transportado hasta el año 2020, etapa en la que finalizan las actuales concesiones. Para esta estimación se usó una tasa anual de crecimiento de 4,57%, por consistencia con los supuestos del Picaf.



BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

En la versión anterior del presente informe, se reportaron ciertos proyectos con su estado de avance a la fecha, ejercicio que se vuelve a realizar, actualizando su condición según modificaciones en los alcances y/o ajustes de presupuesto.

TABLA 7.4
Estado actual proyectos de Ferrocarriles respecto a lo reportado en ICD 2014

Reportado en ICD 2014			Estado actualizado		
Proyecto	Estado	Mejora ICD	Estado	Inversión (MM US\$)	Mejora
Extensión a Coronel	En ejecución	4 millones pasajeros al año a FESUB (2023)	En ejecución. 50% de avance físico. Puesta en marcha para fines de 2015	US\$ 80 millones	5 millones de pasajeros extra para fines de 2016
Rancagua Express	En construcción	12 millones pasajeros al año a TMSA (2023)	En ejecución. Puesta en marcha para primer semestre 2016	US\$ 540 millones US\$395 millones ya invertidos	24 millones de pasajeros para fines de 2020
Alameda-Melipilla	Aprobado para tramo Alameda-Mallico. En etapa de diseño de Ingeniería	30 millones pasajeros al año (2023)	Estudio de Ingeniería Básica y Detalle. Ejecución en 2017	US\$ 591 millones	30 millones de pasajeros al año
Quinta Normal-Batuco	En etapa de estudio	12 millones pasajeros al año a TMSA (2023)	Estudio de factibilidad. Entrega para 2018	US\$ 540 millones	12 millones de pasajeros anuales
Mejora frecuencia Merval	En ejecución	4 millones pasajeros al año a TMSA (2023)			

Fuente: Elaboración propia en base a ICD 2014-2023 y EFE.

Así, la inversión sectorial asciende a más de 1.000 millones de dólares para el período 2016-2025, la mayor parte de la cual se concentra en los primeros años de cada proyecto, quedando aún dudas sobre los montos y alcances de iniciativas que por ahora no tienen plazo definido y que no forman parte de estas proyecciones.

TABLA 7.5
Inversiones proyectadas en proyectos ferroviarios en el mediano y largo plazo
 Millones de dólares

		2015	2016-2020	2020-2025	Proyectos estratégicos sin fecha definida	Total
Pasajeros	Alameda - Melipilla	367	224			591
	Rancagua Express	395	145			540
	Merval	4				4
	Mapocho - Batuco		287	250		537
	Extensión a Coronel	80				80
	Ferrocarril Santiago - Valparaíso				1.500	1.500
Total pasajeros		846	656	250	1.500	3.252
Carga	Mejoras en redes		160			160
	Acceso Norte a Concepción			394		394
	Seguridad y continuidad operacional	38	76			114
	Productividad operacional	44	100			145
	Refuerzo sistema ferroviario a San Antonio				550	550
	By-pass a Santiago				350	350
Total carga		82	336	394	900	1.712
Inversión prevista EFE			992	644	2.400	

Fuente: Elaboración propia en base a MTT y EFE.

A pesar del esfuerzo realizado por EFE y el MTT para dimensionar las inversiones con un grado razonable de certeza, aún existen dudas sobre proyectos de mayor envergadura, como sería el caso de la unión por tren de Santiago y Valparaíso. En este caso, no se conocen alcances del proyecto ni fechas para la posible licitación o construcción, por lo que solo se incorporan como antecedente de requerimientos de largo plazo.

Respecto a proyectos de inversión privados, la información disponible es insuficiente para considerarlos en el recuento de recursos destinados a mejoramiento general del sistema.

Como se puede observar, una parte significativa de los recursos se aplicó a los proyectos en el año 2014, debido a que el presupuesto para su uso fue definido y comprometido en el año 2013.

La tarea, ahora, una vez que los nuevos servicios se pongan en marcha, será, por una parte asegurar una alta calidad de servicio y, por otra, ampliar el potencial de expansión de la red ferroviaria.



En cuanto a pasajeros, reforzar el concepto de trenes de cercanías puede favorecer la expansión de la red (por ejemplo entre Curicó y Talca, Osorno y Puerto Montt, Alerce y Puerto Montt, entre otros).

Por su parte, en carga, el desafío es aún mayor: se requiere anticipar las necesidades de los puertos y asegurar no solo la viabilidad del traslado de bienes, sino los espacios para su consolidación, intercambiadores y servicios que exceden lo que EFE ha realizado hasta ahora. Por lo anterior, la dedicación de recursos a estudiar las necesidades y avanzar con propuestas de diseño modernas y eficientes, debería ser una recomendación prioritaria del ICD.

4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

En síntesis, la lista siguiente refleja los aspectos que es necesario abordar para consolidar la presencia y valor del sector ferroviario en Chile, a partir de los esfuerzos que se encuentran actualmente en curso:

- La modernización institucional, que incluya cambios en la ley de ferrocarriles, incorporando elementos de actualización consistentes con la tecnología y los modelos de negocios actuales.
- En ese mismo ámbito, promover la conformación de una unidad de fiscalización externa que controle el funcionamiento de los servicios. Resulta difícil entender la situación actual en que EFE se regula y se controla a sí misma, lo que no coincide con las buenas prácticas de cualquier empresa. Esto implica además establecer un cuerpo normativo moderno para los servicios de ferrocarriles.
- Incorporar tecnología de gestión y un enfoque comercial sólido. Atraer y mantener más de 20 millones de pasajeros requiere un esfuerzo serio de contacto y seguimiento, de comprensión de necesidades, conocimiento de grupos de usuarios y elementos de sintonía con los viajeros. Debido a los volúmenes de transporte actuales, EFE no se ha visto presionada por esta tarea (como si ocurre con Merval en Valparaíso, que muestra una notable armonía con sus usuarios).
- Modernizar los sistemas de gestión en forma consistente con los nuevos servicios. La diferencia entre administrar trenes con itinerarios de baja frecuencia y un sistema que en su frecuencia y tipo de servicio se aproxima más a un metro, hace necesaria una cuidadosa revisión de procedimientos y especialidades dedicadas a una implementación correcta del nuevo sistema.
- Establecer mecanismos de revisión abierta para controlar la ejecución del Plan Trienal. Esto permite dar seguimiento a los proyectos comprometidos y especialmente, ayuda a detectar posibles ineficiencias en los diseños, que pueden detectarse a tiempo y corregirse.
- Avanzar en nuevos mecanismos de inversión con participación privada. Proyectos largamente analizados, como el acceso ferroviario por el norte de Concepción o el tren Santiago-Valparaíso, podrían avanzar y tal vez resolverse con un esfuerzo de análisis y compromisos más permanente y formal, en que las oportunidades de inversión se discutan más allá de los conceptos y se haga en conjunto con representantes del sector privado interesados en su materialización. Es decir, con cifras y evaluaciones para determinar si existe o no una oportunidad real de inversión.
- Evaluar la conveniencia de nuevos modelos contractuales para el uso de las vías. Específicamente, promover mecanismos que operen a partir de incentivos de calidad de servicio y ofrezcan oportunidades de mejora permanente. En la medida que el ferrocarril logre instalarse como un modo competitivo en las cadenas logísticas, será necesario contar con un marco adecuado que facilite la integración, regule



los esquemas tarifarios, permita detectar subsidios cruzados y establezca claramente los beneficios que se valorarán desde el punto de vista de la política pública. Solucionar esta necesidad puede determinar el éxito del PICAF.

- Igual que en el sector portuario, en este caso, los avances en inversiones en infraestructura no son suficientes para asegurar servicios de alta calidad. Dar atención a los elementos mencionados en esta lista es indispensable para lograr que el ferrocarril logre ser competitivo en el movimiento de carga y atractivo para los pasajeros.
- Como se ha repetido en numerosos documentos y sesiones de trabajo sobre el tema, la necesidad de un plan de largo plazo con metas claras, multisectorial y consensuado, tanto para las inversiones como para el proceso de modernización, sigue siendo una necesidad que se ha abordado preliminarmente en el PICAF y los planes maestros. Aun se requiere un esfuerzo mayor de especificación detallada para acercarse a su implementación completa en el largo plazo.

Apartado III

INFRAESTRUCTURA

QUE

NOS INVOLUCRA

DE USO SOCIAL

Vialidad Urbana
Espacios Públicos
Educación
Hospitales
Cárceles







Vialidad urbana | LOUIS DE GRANGE, IVÁN PODUJE, FELIPE GONZÁLEZ Y GERENCIA DE ESTUDIOS CCHC

Espacios públicos | JUAN CARLOS CARO, PABLO EASTON Y GERENCIA DE ESTUDIOS CCHC

Educación | MARCOS MIRANDA

Hospitales | ROBERTO TAPIA Y ANA MARÍA PINTO

Cárceles | ROBERTO TAPIA



Capítulo 8

VIALIDAD URBANA

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Los sistemas de transporte urbano, en términos generales, están conformados por un conjunto diverso de modalidades que permiten atender las necesidades de movilidad de los habitantes de las ciudades. Así, en este estudio se realizó un análisis crítico respecto del estado de la infraestructura vial y de transporte urbano (público y privado) en siete ciudades de Chile, las cuales concentran la mayor parte de la población urbana del país. Asociado a ello, se estimó la inversión requerida para su reposición o mejora, cuando fuese necesario, a la vez que se definieron los criterios para la identificación y priorización de diferentes proyectos de inversión.

A partir de la información existente en el Pre Censo 2011 a nivel de manzana, se estimó el stock de infraestructura urbana existente (superficie de veredas y vialidad) que deberá reponerse por su mal estado de conservación. Dicho análisis permitió concluir que 51% de la superficie de veredas y vialidad debiera ser repuesta por estar clasificada como mala o regular, lo que representa un tamaño equivalente a toda el área urbanizada de las comunas de Las Condes y Providencia. En términos monetarios, el déficit es de aproximadamente 2.380 millones de dólares.

De la misma forma, a partir de los proyectos de transporte contemplados en el Plan de Concesiones, Proyectos Viales y de Transporte Público Masivo para cada una de las ciudades estudiadas, se estimó el déficit actual relacionado tanto con el mejoramiento y construcción de vialidad urbana relevante como con la ejecución de planes de gestión vial (al año 2016) además de la brecha a



los años 2020 y 2025. En el primer caso, el déficit alcanza los 3.892 millones de dólares. Respecto del segundo, la brecha asciende a 5.283 millones de dólares y 8.175 millones de dólares hacia los años 2020 y 2025, respectivamente.

Finalmente, a partir de un análisis comparado internacional, a nivel de ciudades, se estimó que el déficit de trenes urbanos para Santiago es de 249 km y, para el resto de las ciudades analizadas en regiones, corresponde a 149 km, lo cual corresponde a un monto asociado de 14.800 millones de dólares aproximadamente. Respecto de las brechas asociadas a los años 2020 y 2025, los montos ascienden a 8.131 millones de dólares y 11.359 millones de dólares, respectivamente.

TABLA 8.1
Déficit y Brecha Infraestructura Vial-Transporte Urbano
 Millones de dólares

Ciudad	Vialidad Urbana		Transporte Urbano	
	2016-2020	2016-2025	2016-2020	2016-2025
Antofagasta	810	1.084	1.036	1.829
Coquimbo-La Serena	1.044	1.458	1.447	2.554
Gran Valparaíso	1.225	2.979	1.496	2.950
Gran Santiago	6.187	11.019	15.469	20.459
Gran Concepción	1.394	1.927	1.308	2.656
Gran Temuco	395	439	1.382	2.439
Puerto Montt	500	823	793	1.402
Total	11.555	19.730	22.931	34.290

Fuente: Elaboración propia.

2 | RESEÑA DEL SECTOR

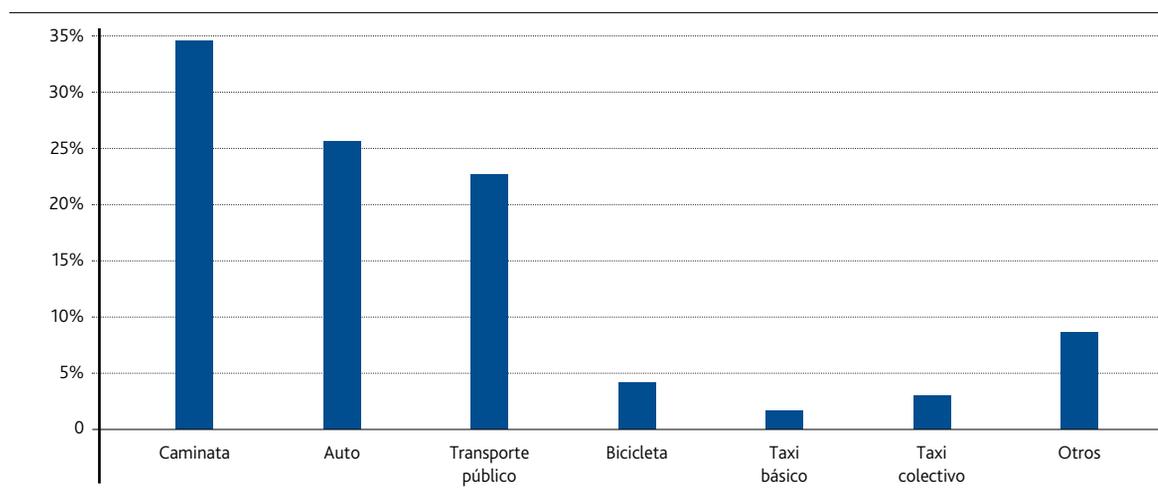
LA MOVILIZACIÓN URBANA EN CHILE

Los sistemas de transporte urbano, en términos generales, están conformados por un conjunto de diversas modalidades que permiten atender las necesidades de transporte y movilidad de los habitantes de las ciudades. En definitiva, la movilización como concepto, abarca tanto la oferta de modos de transporte disponibles para la población como la infraestructura asociada a vialidad, en forma de veredas y calles, esencial para el funcionamiento de la primera.

De este modo, es posible afirmar que para la mayor parte de las ciudades chilenas, latinoamericanas y del mundo en general, existen tres principales modalidades para atender sus demandas de transporte: transporte privado (automóvil), transporte público (buses y trenes urbanos) y caminata (peatones).

A modo de ejemplo, para el caso de Santiago, la suma de estas tres modalidades de transporte representa sobre 90% de la partición modal observada en la última Encuesta Origen-Destino realizada el año 2012 (EOD-2012).

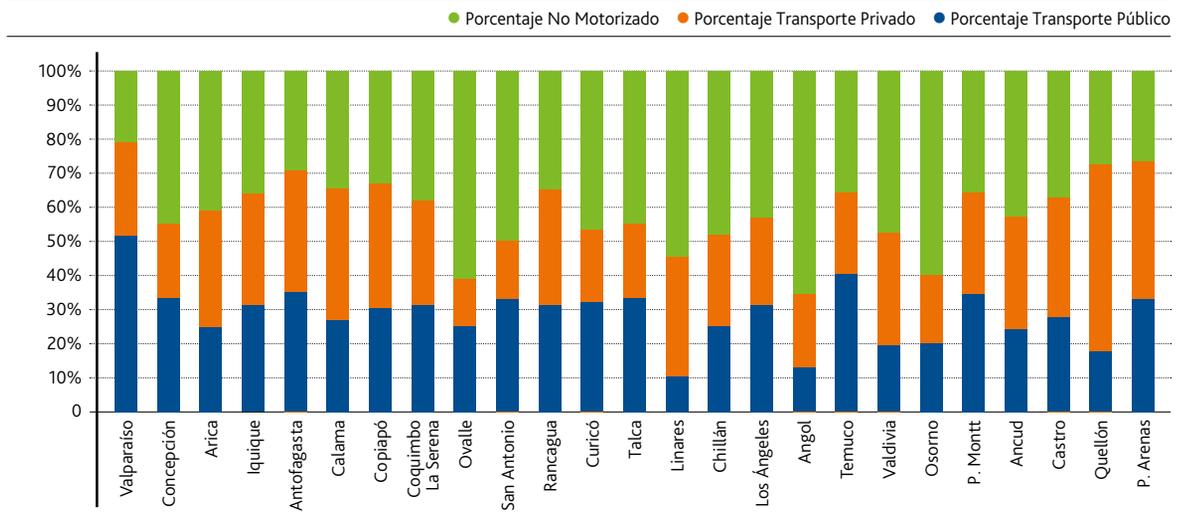
FIGURA 8.1
Partición Modal Diaria de Viajes, Día Laboral



Fuente: EOD-2012.

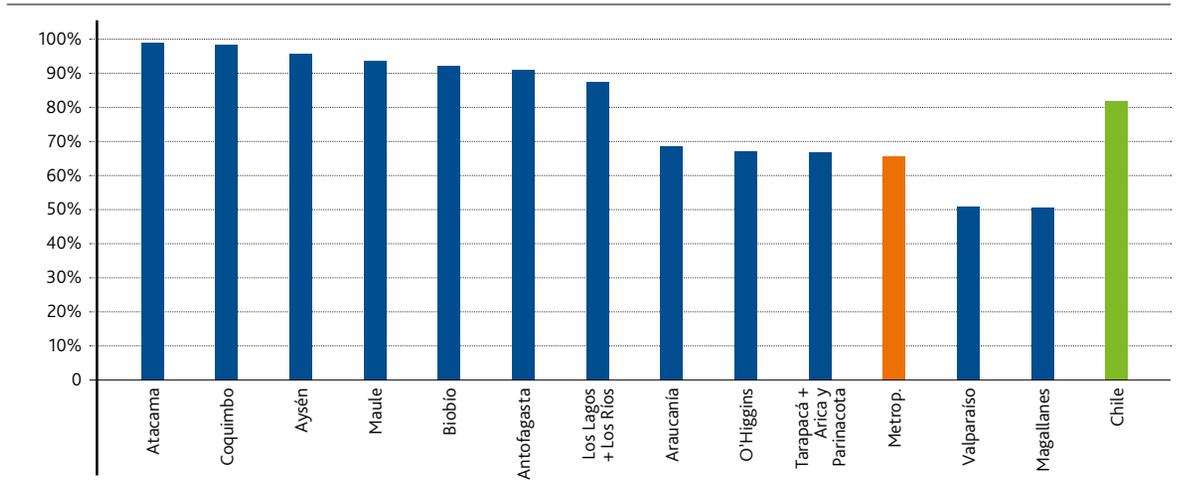


FIGURA 8.2
Partición Modal Diaria de Viajes, Día Laboral, Ciudades de Chile



Fuente: Sectra.

FIGURA 8.3
Aumento de la Tasa de Motorización en las Regiones de Chile 2003-2013



Fuente: INE.

Por otra parte, conforme el país crece y se desarrolla, mejora el nivel de ingresos de las familias y, con ello, aumenta su poder adquisitivo (aunque sin duda de manera desigual). Ese aumento en el ingreso per cápita de la población ha conllevado a la mayor adquisición de bienes y servicios, entre los que particularmente destaca la posesión de automóvil.

El aumento en la tasa de motorización tiene directa relación con niveles socioeconómicos más altos y tiempos de viaje menores. En el caso de Santiago, particularmente, se da que el crecimiento urbano ha sido fuertemente de extensión, y las políticas públicas se han focalizado en comunas periféricas, caracterizadas por estar compuestas principalmente por familias de menores niveles de ingresos. Estas, al poseer restricciones presupuestarias para poder acceder a las alternativas de transporte privado, deben desplazarse a través de la oferta de transporte público, principalmente en superficie.

En este sentido, *“el transporte público urbano mayor tendrá prioridad en su habilitación, por sobre los demás modos, especialmente en áreas más pobladas y en los ejes viales estructurantes”*¹. Por lo tanto, se transforma en una política de Estado el incurrir en inversión de carácter urbano, especialmente relacionada con la infraestructura y provisión de servicios de movilización, teniendo prioridad por sobre las necesidades de transporte privado.

La heterogeneidad de los tiempos de desplazamiento según origen, posee estricta relación con la calidad de la infraestructura vial y el tipo de oferta recurrentemente utilizada. En esta línea, existe una correlación positiva entre el ingreso promedio del hogar y la hora de inicio de los viajes, lo cual en términos comunales impacta negativamente a las comunas más lejanas de los centros urbanos más recurrentes o de los polos productivos urbanos. Esto implica una conmutación de larga distancia por parte de los habitantes de las comunas en cuestión, y dadas las características restrictivas respecto a los accesos a oferta de transporte privado, surge la importancia y prioridad mencionada que posee el tener un sistema de transporte público eficiente y que permita reducir la heterogeneidad mencionada basada en los tiempos de conmutación.

Por ejemplo, para el caso de Santiago, tenemos que, históricamente, la asignación del tiempo por parte de sus habitantes en función de su lugar de residencia es completamente asimétrica: el habitante de Vitacura se levanta 40 minutos más tarde en promedio que el habitante de La Pintana. Esta inequidad es la que se busca reducir mediante la priorización del desarrollo de un sistema de transporte público de calidad, complementado con la vialidad necesaria en buen estado.

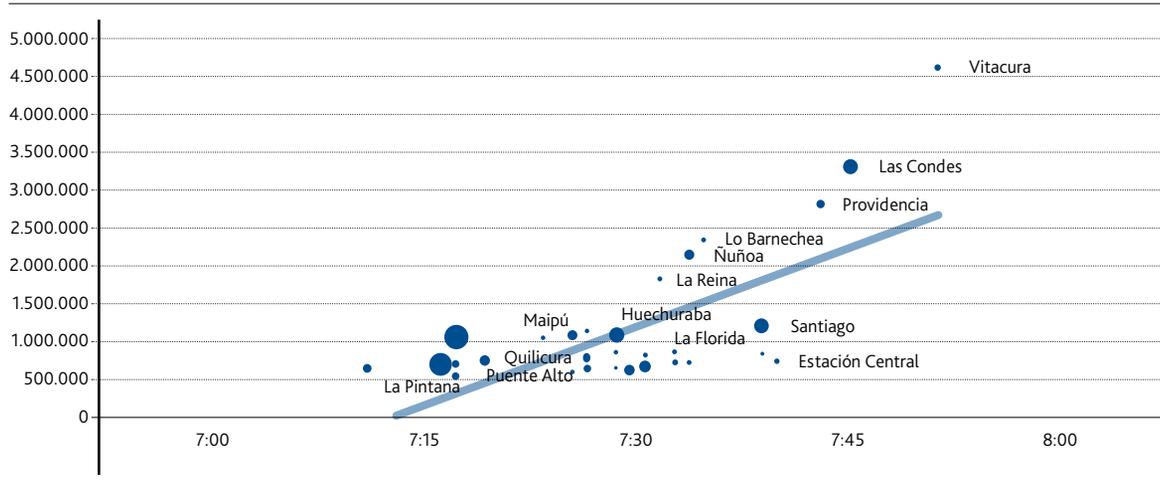
Por otro lado, los ciudadanos urbanos han tomado conciencia sobre la importancia de las zonas de libre acceso integradas, reconociendo el rol de la interacción entre diversas formas de movilización en la dinámica de las ciudades. Específicamente, con el propósito de mejorar la infraestructura vial, tanto peatonal como vehicular, promover la sustentabilidad ambiental y mejorar aspectos relacionados con la salud pública, productividad e inclusión social, componentes clave en el diseño de una ciudad próspera².

1 Política Nacional de Transportes, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

2 “Streets as public spaces and drivers of Urban Prosperity”. UN, 2013.



FIGURA 8.4
Hora de Inicio de los Viajes según Comuna de Origen y Nivel de Ingreso Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia usando los datos de la EOD-2012.

El impacto que posee el estado y condición de la vialidad urbana sobre la calidad de vida de los ciudadanos va en esta línea, reforzando las prioridades asociadas a la movilización bajo medios públicos en aspectos tan básicos como lo son las veredas y calles que rodean nuestro entorno, las cuales utilizamos con tanta frecuencia, o incluso mayor, que los tipos de movilización en tramos largos.

MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO

A nivel de planificación y gestión del transporte urbano, el organismo encargado es el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), el cual posee el mandato relacionado con la cartera de proyectos a priorizar y velar por su cumplimiento (a través de la Secretaría de Planificación de Transportes-SECTRA), como también con las gestiones y diseños de contratos relacionados con las licitaciones asociadas a la provisión de servicios de transporte urbano a nivel de buses (a través del Directorio de Transporte Público Metropolitano –DTPM en Santiago, y la División de Transporte Público Regional –DTPR en regiones).

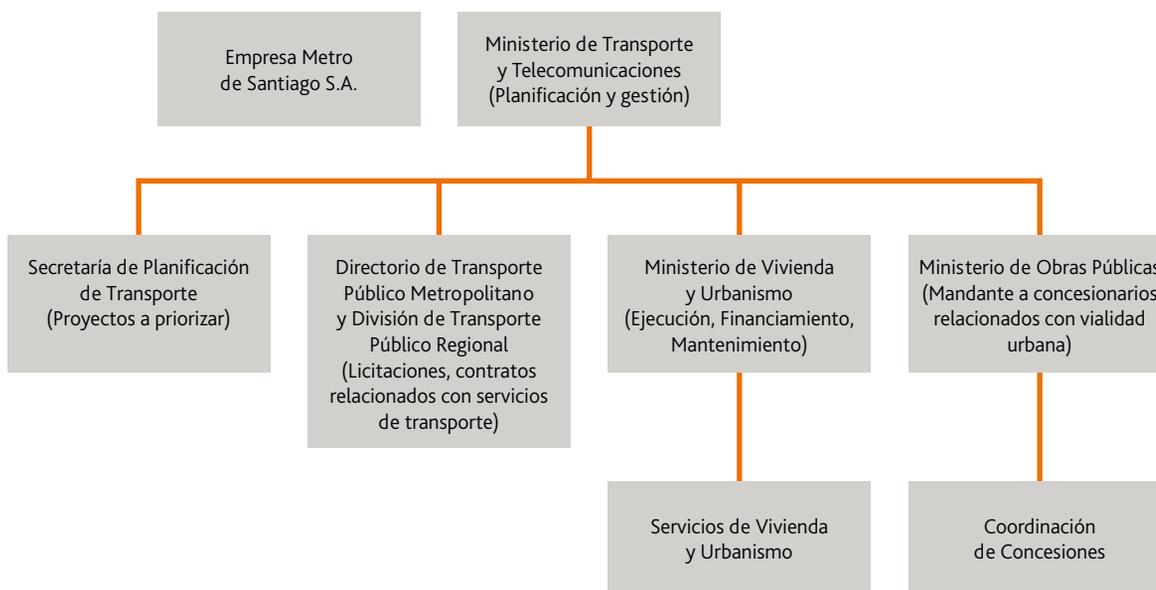
Por otro lado, a nivel de ejecución de las obras necesarias y la elaboración de estándares técnicos asociados a la infraestructura en vialidad a proveer según su tipología, tanto el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) como el Ministerio de Obras Públicas (MOP) intervienen de acuerdo a lo mencionado. Específicamente, en relación a las vías que no son parte de carreteras urbanas concesionadas, son responsabilidad del Minvu a través de los distintos Servicios de Vivienda y Urbanismo (Serviu), tanto en cuanto a la ejecución del proyecto

como el mantenimiento del mismo, al igual que aceras y espacios públicos urbanos. En tanto, para efectos de las carreteras urbanas concesionadas, el MOP interviene en cuanto al estándar a cumplir por parte de la concesionaria y las obras de mantenimiento necesarias. Cabe destacar que las fuentes de financiamiento de este tipo de proyectos son tanto sectoriales (MOP o Minvu) como regionales (Fondo Nacional de Desarrollo Regional-FNDR) o privados (a través de la inversión de las concesionarias).

Mención aparte constituye el Metro de Santiago, el cual opera como una empresa privada con participación pública, la cual opera bajo sus propios recursos.

Por su parte, diferentes repartos sectoriales elaboran periódicamente estudios relacionados con proyectos de transporte urbano, ya sea a nivel de infraestructura como a nivel de políticas de gestión, bajo una mirada más de largo plazo. Es decir, puede existir un nivel de cooperación intersectorial en la elaboración de planes maestros o directrices sobre recomendaciones a futuro.

FIGURA 8.5
Marco Institucional del Sistema de Transporte Urbano y Vialidad



Fuente: Elaboración propia.

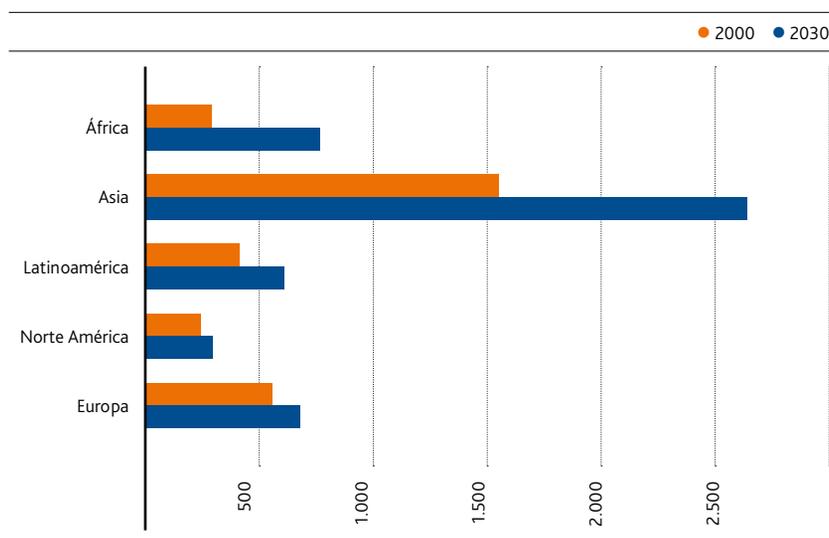


EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

Transporte Urbano

El desarrollo de la actividad económica de los países se manifiesta físicamente en el territorio. A mayor nivel de actividad, mayor es el nivel de atracción de la población por asentarse en un determinado lugar, a consecuencia de las mayores oportunidades de empleo, educación y, en general, de prosperidad. De esta forma, las sociedades modernas tienden a experimentar la concentración de su población en ciudades. Es así como la tasa de urbanización a nivel mundial superó 50% de la población, siguiendo un continuo crecimiento que se viene desarrollando hace siglos. En nuestra región, 80% de sus habitantes vive en ciudades.

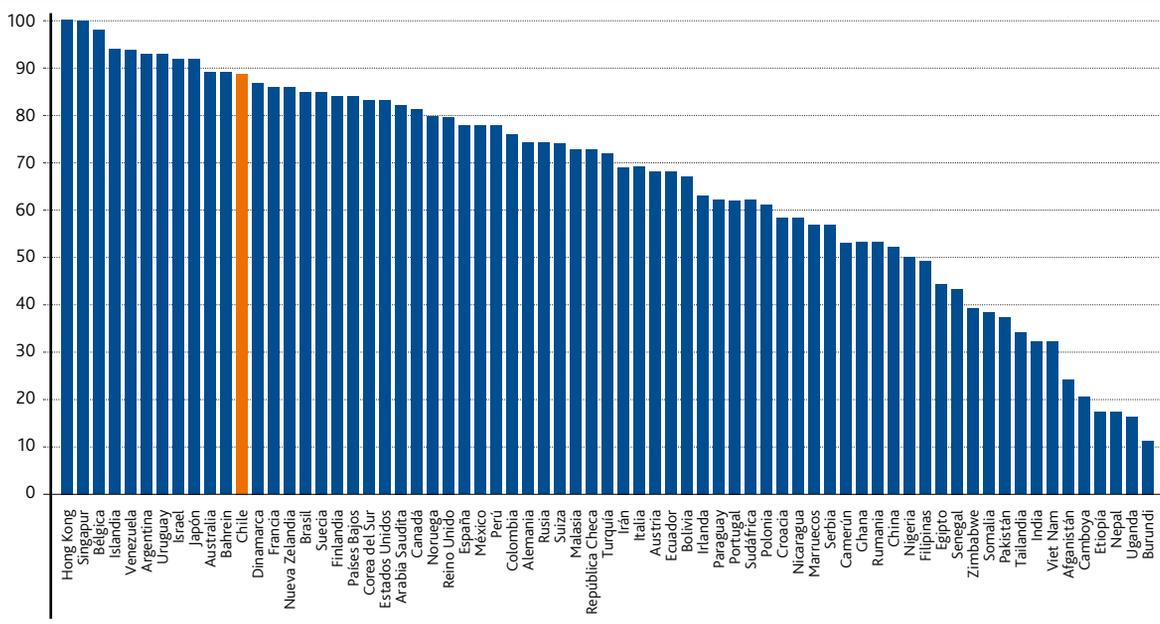
FIGURA 8.6
Población Urbana por Región
Millones



Fuente: Outlook for global infrastructure, 2009.

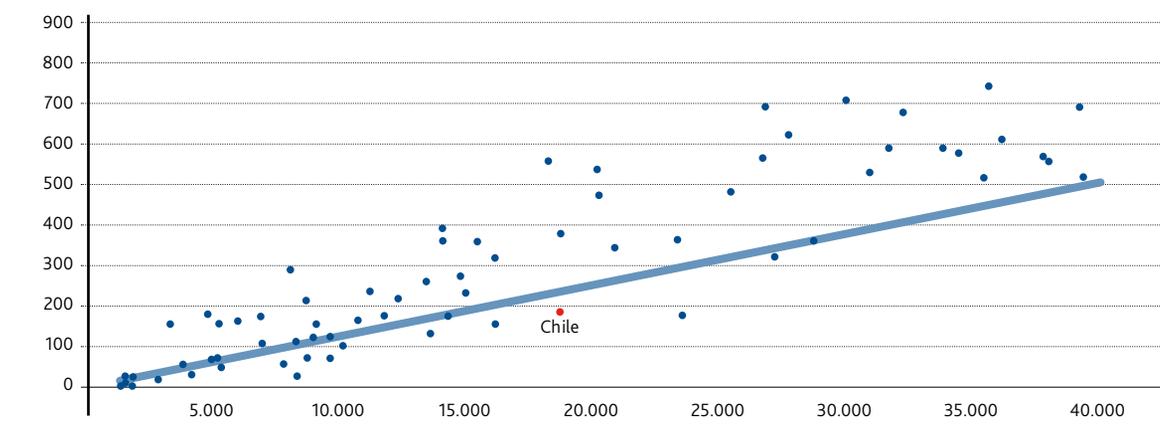
En Chile, en tanto, 89% de la población vive en ciudades, hecho que lo identifica como un país altamente urbanizado en el contexto mundial y que nos posiciona en el lugar 18 entre una muestra de 203 países en relación al porcentaje de población urbana. Sin embargo, dicha posición nada dice respecto de la existencia o no de infraestructura y servicios que permitan a las familias y empresas desarrollar sus actividades de la mejor forma posible. En efecto, el logro de una mejor calidad de vida –con sus componentes objetivos y subjetivos– está íntimamente ligado con el desempeño de nuestras ciudades y, a su vez, este último con la adecuada provisión (y mantención) de bienes y servicios públicos.

FIGURA 8.7
Población Urbana por País, en Porcentaje



Fuente: Banco Mundial, 2013.

FIGURA 8.8
Tasa de Motorización (cada 1.000 habitantes) vs PIB per cápita

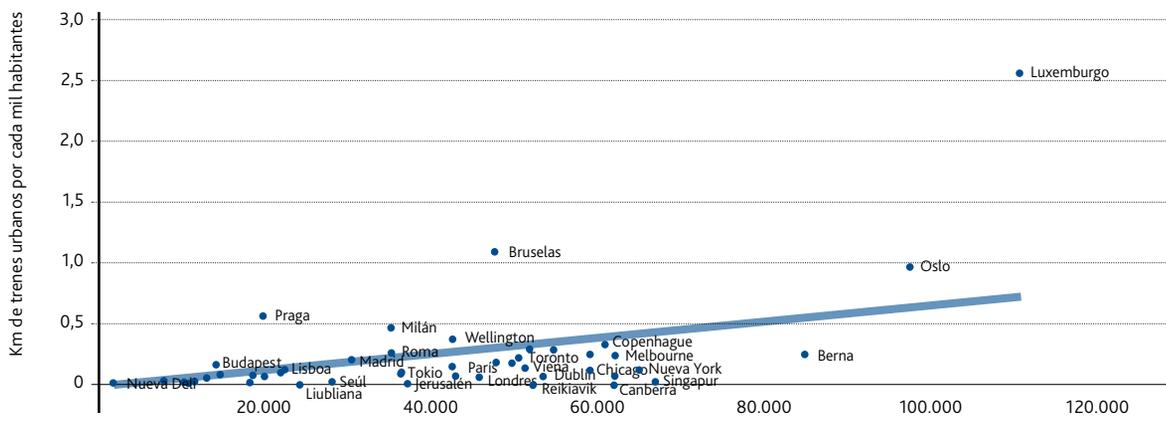


Fuente: Banco Mundial, 2013.



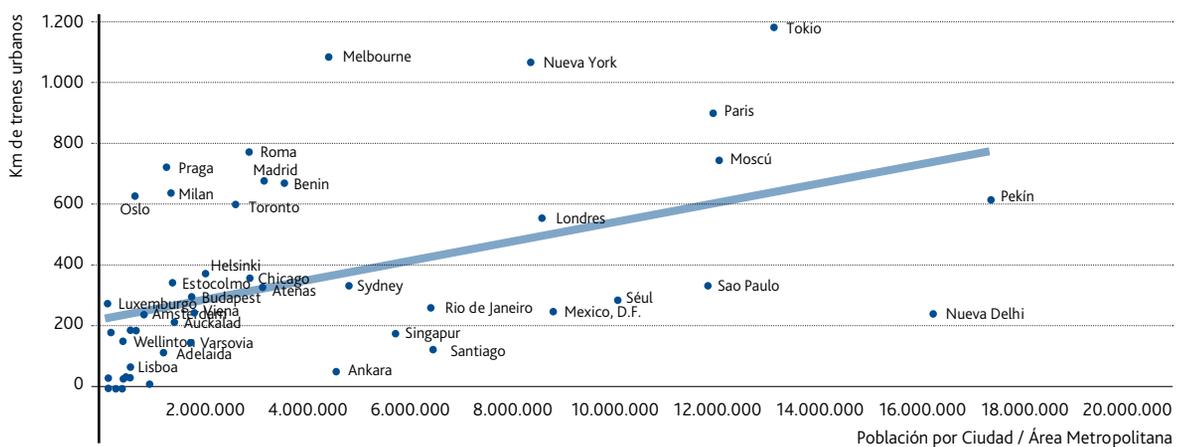
Por otro lado, el parque automotriz ha aumentado sostenidamente de la mano de casi una década de fuerte crecimiento económico. En el año 2010, la tasa de motorización en Chile alcanzó los 184 vehículos por cada 1.000 habitantes. En el contexto internacional, se aprecia que la tasa de motorización de Chile aún es menor que la de países que poseen un nivel de ingreso similar.

FIGURA 8.9
Relación entre Kilómetros de Trenes Urbanos y PIB per cápita de ciudades



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 8.10
Relación entre Kilómetros de Trenes Urbanos y Población de ciudades/áreas metropolitanas



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las tendencias mundiales, con el aumento de la población urbana –en conjunto con el incremento en la tasa de motorización–, se extienden también las necesidades de soluciones integrales de transporte público. En esta línea, se evidencia una fuerte correlación entre los kilómetros de trenes urbanos (Metro principalmente, pero también tranvías y trenes de cercanía) y el PIB per cápita de las ciudades y su población correspondiente.

A fin de complementar los antecedentes descritos en la sección anterior, a continuación se presentan algunos de los múltiples planes y proyectos de transporte público masivo, basados en trenes urbanos, que se están desarrollando en importantes ciudades del mundo.

El primero de ellos corresponde al de París, denominado *“Le Grand Paris”*. Según afirman sus desarrolladores, *“Le Grand Paris”* es un desarrollo en la escala de la metrópolis. Su objetivo es mejorar las condiciones de vida de los habitantes para corregir las desigualdades regionales y construir una ciudad sostenible. Su costo total es de 22.625 millones de euros (más de 25.000 millones de dólares), lo que incluye la construcción de una nueva línea en circunvalación de metro automático de 205 kilómetros, con 72 estaciones.

Un segundo gran proyecto de trenes urbanos corresponde al de Londres, denominado *“Crossrail”*, cuyo objetivo es la construcción de una conexión ferroviaria rápida por debajo de la ciudad de Londres. La extensión será de 136 kilómetros (85 millas), con trenes de nueve carros, y funcionará a frecuencias de hasta 24 trenes por hora en cada dirección. El tramo central del proyecto, que cruza el centro de Londres, será subterráneo y de casi 42 km de longitud. El costo total del proyecto sobrepasa los 20.000 millones de dólares. Es importante notar que Londres es la ciudad europea con mayor extensión de Metro (420 km) y, pese a ello, continúa invirtiendo en trenes urbanos subterráneos.

Un tercer gran proyecto de trenes urbanos corresponde a la expansión del Metro de Singapur. Dicha ciudad cuenta hoy en día con 150 km de Metro y casi 30 km de Tranvía, para una población cercana a los 5,7 millones de habitantes. De acuerdo al plan propuesto en el documento *“Land Transport Authority Annual Report 2012/2013”*, como principal medida para mejorar el sistema de transporte urbano de la ciudad, se considera llegar a 360 km de Metro. El criterio para llegar a dicha extensión fue simple: garantizar que 80% de los hogares se encuentre a una distancia inferior a los 10 minutos caminando de una estación de Metro.

Los proyectos mencionados, y muchos otros actualmente en construcción en diversas partes del mundo, permiten confirmar que la tendencia a nivel mundial en las grandes ciudades es expandir sus redes de Metro y trenes urbanos y de cercanía, que es justamente parte de nuestra propuesta para suplir el déficit de infraestructura de transporte que tenemos en Chile en general, y en Santiago en particular.

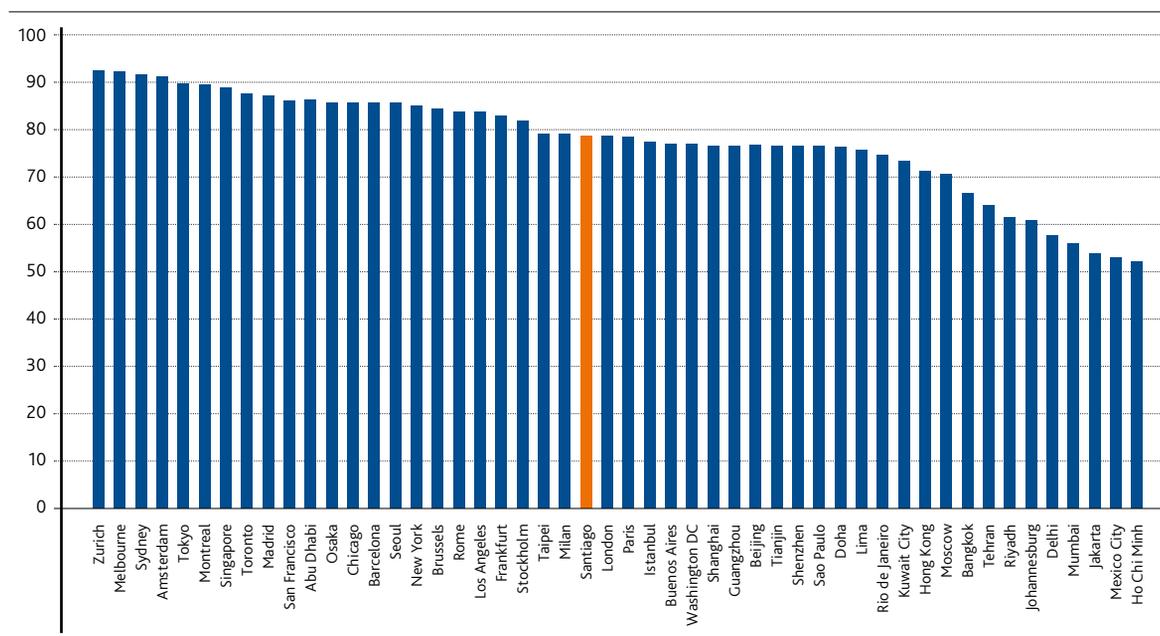
Vialidad Urbana

Como parte de las tendencias a nivel mundial, hay que considerar la infraestructura complementaria a la provisión de servicios de movilización, específicamente relacionada con prioridades de renovación de cierto



stock existente, dada la importancia que esta posee como elemento base del entorno y equipamiento de infraestructura urbana de uso público. Por este motivo, incluiremos en el análisis de movilidad urbana este tipo de infraestructura en el análisis. En este sentido, respecto de otras ciudades del mundo, existen falencias importantes relacionadas con infraestructura peatonal y vial urbana, sin embargo, nos encontramos bien posicionados.

FIGURA 8.11
Safe City Index 2015 - Dimensión Infraestructura³



Fuente: The Economist.

Relativo a la dimensión de la infraestructura, de la muestra de países considerada, Santiago se encuentra en la posición 24 del Safe City Index (2015) junto a ciudades como Londres y París. Sin embargo, como veremos más adelante, existen variables a considerar que no se vislumbran en el agregado, por lo que el enfoque del análisis será el déficit vial con un *benchmark* intraurbano.

3 Involucra aspectos como calidad de infraestructura peatonal y calidad de la infraestructura vial.

3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

Para efectos de este análisis, se consideraron siete ciudades de Chile, las cuales se consideran que aglomeran la mayor cantidad de población urbana, por lo que su estudio resulta relevante. De hecho, según la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), las ciudades chilenas pueden clasificarse en cuatro grupos: ciudad metropolitana, que corresponde a una aglomeración urbana con más de 500.000 habitantes (en Chile existen tres: el área metropolitana de Santiago, área metropolitana de Concepción y área metropolitana de Valparaíso); ciudades intermedias mayores, con población entre 100.000 y 499.999 habitantes; ciudades intermedias menores, que poseen entre 20.000 y 99.999 habitantes; y, por último, ciudades pequeñas, que son aquellas con población entre 5.000 y 19.999 habitantes. En este presente informe se consideraron hasta la categoría de ciudades intermedias mayores.

TABLA 8.2
Población en capitales regionales y tasa de crecimiento anual

Sistema	1992	2002	2012 (preliminar)	Tasa Anual 92-02	Tasa Anual 02-12
Santiago (41 comunas)	4.954.147	5.716.232	6.293.414	1,4%	1,0%
Concepción (11 comunas)	828.843	902.853	958.722	0,9%	0,6%
Valparaíso (5 comunas)	757.903	816.179	930.217	0,7%	1,3%
La Serena-Coquimbo	242.325	324.800	412.586	3,0%	2,4%
Antofagasta	227.065	289.477	346.126	2,5%	1,8%
Temuco-P. Las Casas	244.050	304.556	339.664	2,2%	1,1%
Talca	229.652	263.956	286.141	1,4%	0,8%
Iquique-Alto Hospicio	149.958	217.833	278.251	3,8%	2,5%
Rancagua-Machalí	210.443	242.323	276.527	1,4%	1,3%
Puerto Montt-Puerto Varas	154.913	206.541	266.060	2,9%	2,6%
Arica	168.633	184.914	210.920	0,9%	1,3%
Copiapó-Tierra Amarilla	111.695	141.545	171.945	2,4%	2,0%
Valdivia	122.251	140.520	154.097	1,4%	0,9%
Punta Arenas	113.820	118.241	131.067	0,4%	1,0%
Coihaique	42.952	49.489	57.830	1,4%	1,6%
Total	8.558.650	9.919.459	11.113.567	1,5%	1,1%

Fuente: Datos censales, INE.

De esta manera, las ciudades que comprenden el análisis son: Gran Santiago, Concepción, Valparaíso, La Serena-Coquimbo, Antofagasta, Temuco y Puerto Montt.



Vialidad Urbana

Tanto en calles como en veredas, el Pre-Censo 2011 estima la calidad de la infraestructura, agrupándola en cuatro categorías: excelente, buena, regular y mala. Este levantamiento fue realizado en terreno, para cada una de las manzanas, por los equipos que hicieron el catastro de viviendas. Por lo tanto, se trata de una información basada en apreciación, cuyo principal valor es el nivel de desagregación y su actualización.

A nivel de calles, como la métrica de reposición era la superficie (m²), fue necesario estimar un ancho promedio para vialidad. Con tal objetivo se homologaron las ocho categorías de vialidad del Open Street Map⁴ con las cuatro jerarquías que establece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Oguc), definiendo un número de pistas promedio de 3 para la vialidad expresa, de 2,2 para la troncal, de 1,6 para la vialidad colectora y de 1,3 pistas para la vialidad local.

Por otra parte, la Oguc clasifica los anchos mínimos de veredas de acuerdo a cuatro jerarquías de calles, que se definen bajo los siguientes criterios:

- a) Expresas: corresponden principalmente a autopistas o carreteras que tienen tramos urbanos al interior de las ciudades. Si bien se trata de obras que generalmente contemplan segregación física con su entorno y control de accesos mediante enlaces o cruces prioritarios; la Oguc asigna un ancho mínimo de vereda de cuatro metros para esta categoría.
- b) Troncales: corresponden a las grandes avenidas existentes en una ciudad y que en el caso de las áreas metropolitanas (Santiago, Valparaíso, Concepción o La Serena-Coquimbo) suelen conectar las principales comunas entre sí, de acuerdo a la Oguc; las vías troncales deben tener un ancho mínimo de veredas de 3,5 metros.
- c) Colectoras: se trata de las calles principales, algunas de ellas avenidas, que conectan los barrios o centros con las vías troncales, generalmente con perfiles de una o dos pistas por sentido. En esta categoría, la Oguc exige un ancho mínimo de 3,0 metros de veredas.
- d) Locales: es la jerarquía de menor relevancia y agrupa toda las calles interiores de barrios residenciales o comerciales, además de pasajes, conexiones entre troncales o colectoras, vías de salida de autopistas o expresas etc. En este caso, la Oguc exige anchos mínimos de 2 metros para las veredas localizadas en vías locales.

4 Mapas creados en base a información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles y otras fuentes de carácter colaborativo.

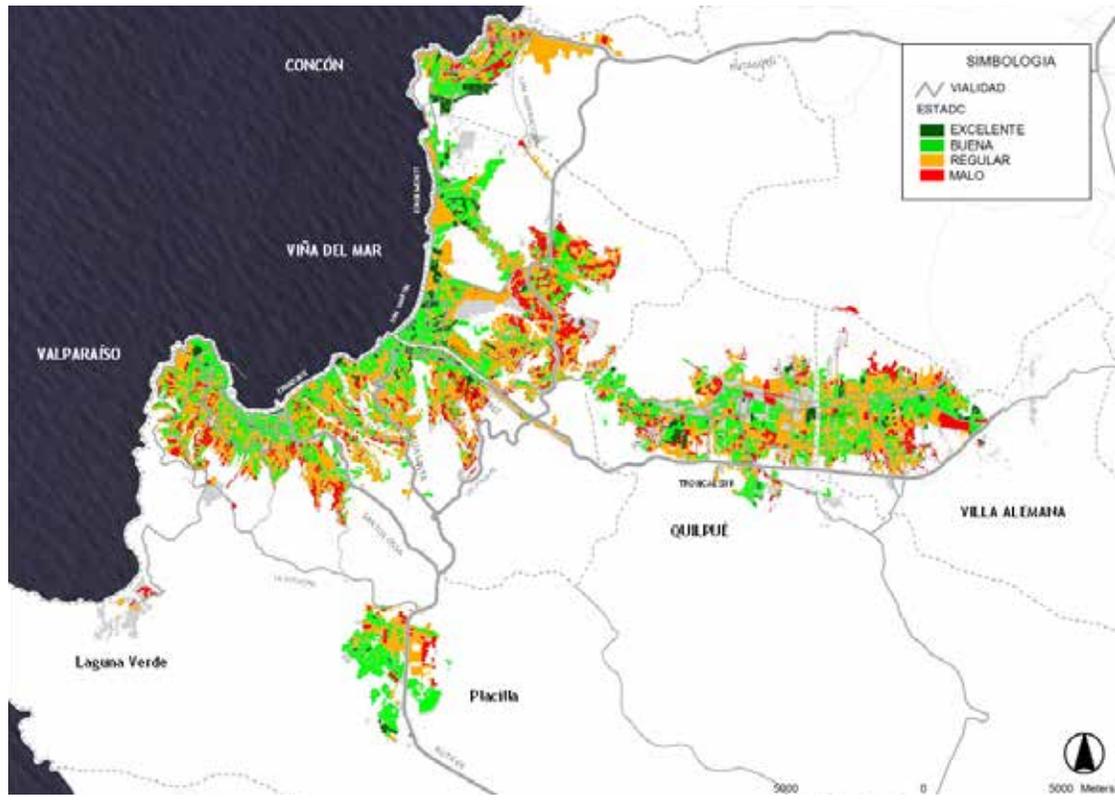
FIGURA 8.12
Ejemplo de Jerarquización de Vialidad - Santiago Nor-Poniente



Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 8.13
Ejemplo Calidad Infraestructura de Veredas - Manzanas Gran Valparaíso



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 8.3
Resumen Déficit Existente de Veredas

Ciudad	Superficie Total (m ²)	Superficie Déficit (m ²)	Porcentaje Déficit
Antofagasta	4.185.656	1.351.154	32,3%
La Serena + Coquimbo	6.517.159	1.328.239	20,4%
Gran Valparaíso	15.523.281	5.938.645	38,3%
Gran Santiago	63.741.284	20.879.473	32,8%
Gran Concepción	10.919.131	3.587.445	32,9%
Gran Temuco	4.490.825	1.127.053	25,1%
Puerto Montt	3.520.892	849.576	24,1%
Total	108.898.231	35.061.588	32,2%

Fuente: Elaboración propia.



TABLA 8.4
Resumen Déficit Existente de Calles

Jerarquía OGUC	Estado calle Regular		Estado calle Malo		Total Déficit	
	Longitud (Km)	Superficie (Km ²)	Longitud (Km)	Superficie (Km ²)	Longitud (Km)	Superficie (Km ²)
Expresa	143,6	1,3	110,9	1,0	254,6	2,3
Troncal	984,3	10,1	278,4	3,0	1.262,7	13,1
Colectora	5.156,0	55,3	1.363,0	14,7	6.519,0	70,0
Local	635,5	3,2	177,3	0,7	812,8	3,9
Total	6.919,5	70	1.929,7	19,5	8.849,3	89,5

Fuente: Elaboración propia.

Transporte Urbano

Para efectos de un análisis comparado entre diferentes ciudades del mundo, en materia de infraestructura para transporte público, se procede a caracterizar el déficit existente en distintas ciudades en Chile.

Sobre la base de la relación entre PIB per cápita, población y kilómetros de tren construidos, es posible estimar un promedio condicionado de la extensión de trenes urbanos que tienen 47 ciudades consideradas como *benchmark*, en relación a su población e ingreso per cápita. Las ciudades fueron seleccionadas bajo dos criterios: capitales de países pertenecientes a la OCDE e importantes ciudades del mundo, con las cuales puede ser interesante comparar Santiago de Chile.

Es decir, podemos formular un modelo lineal del siguiente tipo:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_{1i}) + \beta_2 \ln(x_{2i}) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde y_i es el total de kilómetros de trenes urbanos de la ciudad i , x_{1i} es la población y x_{2i} el ingreso per cápita de la respectiva ciudad. La estimación del modelo (1) se resume en la siguiente tabla:

TABLA 8.5
Parámetros del Modelo de Regresión

Parámetro	Estimación	Test-t
β_0 (intercepto)	-15,5164	-3,54
β_1 (población)	0,9239	5,89
β_2 (ingreso pc)	0,7090	2,60
R^2	0,44	
N° observaciones	47	

Fuente: Elaboración propia

A partir del modelo expuesto, es posible estimar la media condicionada de la variable de interés (kilómetros de trenes urbano, condicionado a la población y al ingreso per cápita de la ciudad). Esta media condicionada de y_i se debe luego comparar con el valor observado de y_i y, la diferencia entre ambos valores se interpreta, por lo tanto, como un estimador del déficit condicionado de kilómetros de Metro.

El valor estimado de y_i para Santiago, considerando que tiene una población aproximada de 6,5 millones de habitantes y un ingreso per cápita (PPP) de aproximadamente 18 mil dólares, es de 373 km de trenes urbanos. Considerando los 103 km de Metro existentes, y los 23 km del Metrotren a Rancagua, el valor observado de y_i es 126 km. Por lo tanto, el déficit condicionado de kilómetros de trenes urbanos para Santiago sería de 249 km.

La metodología recién descrita se aplicó también para las otras 6 ciudades que forman parte del análisis en el presente estudio, llegando a un déficit de redes de metro combinado de 150 kilómetros aproximadamente.

BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

Vialidad Urbana - Valorización déficit de veredas y vialidad

De acuerdo a lo especificado en las secciones anteriores, todas las categorías de veredas y vialidad clasificadas en "mala" y "regular" serán incluidas como parte del déficit urbano existente o de reposición, puesto que se trata de reemplazar la materialidad de una infraestructura existente.

TABLA 8.6
Costo Unitario Reposición Veredas
UF/m²

Jerarquía OGUC	Tratamiento Pavimento Actual		Material Reposición		Total Costo Unitario
	Descripción	Costo	Descripción	Costo	
Expresa	Demolición y retiro	0,1786	Veredas de hormigón cem esp. 0,12 m	0,694	0,8726
Troncal	Demolición y retiro	0,1786	Veredas de hormigón cem esp. 0,10 m	0,593	0,7716
Colectora	Demolición y retiro	0,1786	Veredas de hormigón cem esp. 0,07 m	0,426	0,6046
Local	Demolición y retiro	0,1786	Veredas de hormigón cem esp. 0,07 m	0,426	0,6046

Fuente: Elaboración propia y en base a Oguc.

TABLA 8.7
Costo Unitario Reposición Vialidad
 UF/m²

Jerarquía OGUC	Tratamiento Pavimento Actual		Material Reposición		Total Costo Unitario
	Descripción	Costo	Descripción	Costo	
Expresa	Demolición y retiro	0,3572	Calzada de hcv esp = 0,25 m.	1,422	1,7792
Troncal	Demolición y retiro	0,3572	Calzada de hcv esp = 0,21 m.	1,105	1,4622
Colectora	Fresado	0,1392	Calzada Concreto asf. esp.= 0,08 m	0,463	0,6022
Local	Fresado	0,1392	Calzada Concreto asf. esp.= 0,05 m	0,289	0,4282

Fuente: Elaboración propia y en base a Oguc.

Teniendo en cuenta los antecedentes anteriores, se llega al total de déficit de veredas y calles para las 7 ciudades analizadas. En este caso, se consideró que todas las veredas y calles calificadas con estándar “Malo” en la base de datos del Pre-Censo 2011 serán reemplazadas. Para las veredas calificadas con estado “Regular” se considera que se repone la totalidad de ellas en los sectores de ingreso bajo, 50% en los sectores de ingreso medio y no se repone en los sectores de ingresos altos.

TABLA 8.8
Resumen Déficit Veredas
 Millones de dólares

Ciudad	Costo Reposición Superficie Regular	Costo Reposición Superficie Mala	Total Costo Reposición
Antofagasta	5,9	13,9	19,7
Coquimbo - La Serena	24,8	9,6	34,5
Gran Valparaíso	60,1	64,9	125
Gran Santiago	366,4	175	541,4
Gran Concepción	46,7	16,1	62,9
Gran Temuco	24	7,8	31,8
Puerto Montt	13	7	20
Total	535,1	280,6	815,6

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 8.9
Resumen Déficit Vialidad
 Millones de dólares

Ciudad	Costo Reposición Superficie Regular	Costo Reposición Superficie Mala	Total Costo Reposición
Antofagasta	54,1	69,6	123,7
Coquimbo - La Serena	37,9	14,4	52,3
Gran Valparaíso	119,0	135,8	254,8
Gran Santiago	539,3	205,8	745,1
Gran Concepción	131,7	87,6	219,3
Gran Temuco	51,7	26,0	77,8
Puerto Montt	34,6	37,3	71,8
Total	968,2	576,5	1.544,7

Fuente: Elaboración propia.

Vialidad Urbana - Análisis Multicriterio de Proyectos

Una parte relevante del análisis, es separar la cartera de inversión en infraestructura asociada a transporte urbano por corte temporal, a fin de priorizar su ejecución. Usualmente se consideran los indicadores de la evaluación social para realizar este trabajo, pero hay proyectos que no los tienen actualizados o disponibles.

Junto a los antecedentes proporcionados SECTRA, sumados a los estudios que se han desarrollado por MOP, MINVU y Municipios, entre otros, permiten levantar un catastro amplio de proyectos factibles de ser considerados como prioritarios para diferentes ciudades del país.

Además, existen múltiples factores que debieran ponderarse y que no necesariamente están recogidos en la evaluación. Considerando lo anterior, la metodología multicriterio permite agrupar la información en dos cortes temporales:

- 2016-2020 - Alta prioridad
- 2020-2025 - Prioridad media

Los criterios para priorizar serían los siguientes:

- Indicadores de evaluación social: se consideraron los existentes referidos la TIR y VAN de los proyectos evaluados, incluyendo alternativas de Metro con información.
- Densidad Urbana: se incluyó la información del Pre Censo (número de viviendas por manzana) a fin de priorizar los proyectos que cubren áreas más densamente pobladas.

- iii) Normativa Territorial: se consideraron las áreas de expansión y densificación definidas por los planes reguladores vigentes, priorizando aquellos proyectos que las conectan con los puntos de destino principales de cada ciudad (centros o subcentros).
- iv) Desarrollo Inmobiliario: en base a información disponible; se definieron las zonas de crecimiento de los planes reguladores que debieran consolidarse primero, por tener iniciativas inmobiliarias programadas.
- v) Criterio especialista: ciertos proyectos pueden tener una TIR baja y/o no tener un año de inversión sugerida, pero por su carácter estratégico para satisfacer la demanda por transporte (a juicio del especialista), se sugirió un año de inversión determinado.

Para definir los cortes, se asignaron ponderaciones de relevancia para cada criterio. Así, por ejemplo, en el corte 2015-2020, posiblemente se consideró con mayor importancia los proyectos que tienen índices de rentabilidad social más altos y que cubren zonas densamente pobladas.

En los cortes futuros, se elevó la ponderación de aquellos proyectos que cubren las zonas de crecimiento por normativa territorial y dinámica inmobiliaria.

Para hacer este trabajo fue necesario digitalizar todos los proyectos en un mismo sistema de referencia que la base censal usada para calcular el déficit de reposición (veredas calles). Además se aplicaron las coberturas de planes reguladores elaboradas con anterioridad al presente estudio.

TABLA 8.10
Monto Inversión Proyectos de Transporte
 Millones de dólares

Ciudad	Inversión 2016	Inversión 2020	Inversión 2025	Inversión Total
Antofagasta	245	421	274	940
Coquimbo - La Serena	360	598	414	1.372
Gran Valparaíso	370	475	1.754	2.599
Gran Santiago	2.230	2.671	4.832	9.733
Gran Concepción	401	711	534	1.645
Gran Temuco	114	171	45	330
Puerto Montt	172	236	323	731
Total	3.892	5.283	8.175	17.350

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

Transporte Urbano - Gran Santiago

Considerando los 249 km de trenes urbanos estimados para Santiago, se hace el supuesto que la mitad de kilómetros corresponde a proyectos de metro (con un costo promedio de 73,9 millones de dólares por kilómetro⁵) y la otra mitad a trenes de cercanía (con un costo promedio de 20 millones de dólares por kilómetro), siendo posible valorizar el déficit en 11.792 millones de dólares.

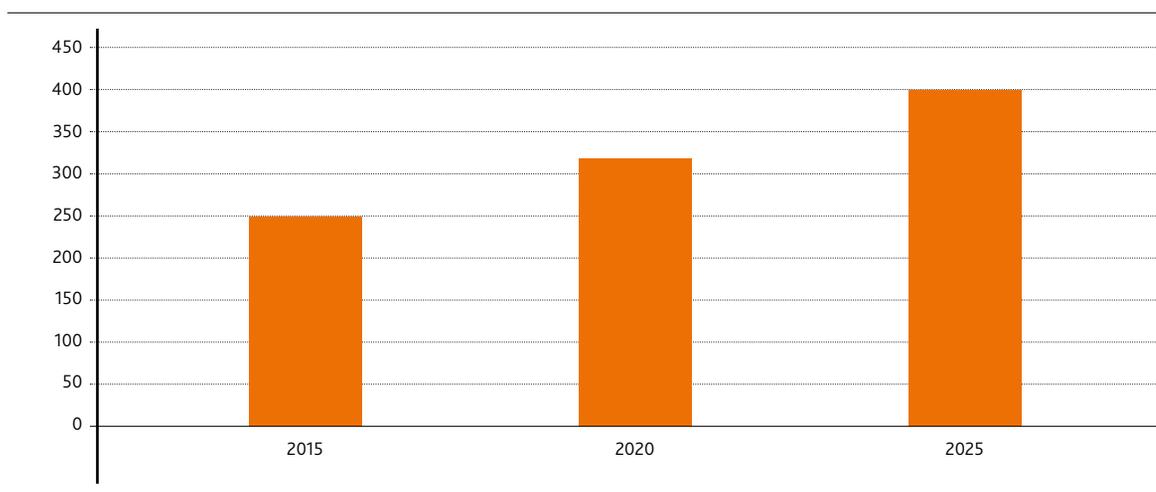
Considerando proyecciones de crecimiento de la población y del ingreso per cápita, es posible obtener también una proyección del déficit de infraestructura en trenes urbanos.

De acuerdo a proyecciones del INE, la población de Santiago crecerá entre los años 2015 y 2020, 3,7%. Esta tasa para la proyección también la podemos mantener entre los años 2020 y 2025.

Por otra parte, de acuerdo a proyecciones del Fondo Monetario Internacional, el ingreso per cápita de los chilenos aumentará 21% entre los años 2015 y 2020.

Luego, con ambas tasas de crecimiento, es posible proyectar el déficit actual (2016) de 249 km de trenes urbanos, hacia los años 2020 y 2025.

FIGURA 8.15
Proyección de Déficit de Trenes Urbanos para el Gran Santiago
Kilómetros



Fuente: Elaboración propia.

5 Valor promedio de construcción de las líneas 3 y 6, según Metro de Santiago.



TABLA 8.11
Estimación del Déficit de Trenes Urbanos para el Gran Santiago

Tren Urbano	2016	2020	2025
Metro (km)	125	34	41
Cercanías (Km)	125	34	41
Déficit Trenes (Km)	249	68	82
Déficit Trenes (US\$ MM)	11.792	3.676	4.990

Fuente: Elaboración propia.

Transporte Urbano - Regiones

La metodología recién descrita la aplicamos también para las otras 6 ciudades que forman parte del análisis en el presente estudio. Estas son: Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Gran Valparaíso, Gran Concepción, Gran Temuco y Puerto Montt. El cálculo económico se realizó asumiendo un costo promedio de 20 millones de dólares por kilómetro.

TABLA 8.12
Estimación del Déficit de Trenes Urbanos en Regiones

Antofagasta	2016	2020	2025	Gran Concepción	2016	2020	2025
Población	300.000	311.100	322.611	Población	1.080.000	1.119.960	1.161.399
PPP	18.000	21.780	26.354	PPP	18.000	21.780	26.354
Km-Tren	0	0	0	Km-Tren	48	48	48
Déficit Trenes (Km)	21,8	25,9	30,6	Déficit Trenes (Km)	23,3	36,4	52
Déficit Trenes (US\$ MM)	440	597	792	Déficit Trenes (US\$ MM)	470	840	1.349
La Serena-Coquimbo	2016	2020	2025	La Serena-Coquimbo	2016	2020	2025
Población	430.000	445.910	462.409	Población	410.000	425.170	440.901
PPP	18.000	21.780	26.354	PPP	18.000	21.780	26.354
Km-Tren	0	0	0	Km-Tren	0	0	0
Déficit Trenes (Km)	30,5	36,1	42,7	Déficit Trenes (Km)	29,1	34,5	40,8
Déficit Trenes (US\$ MM)	615	832	1.109	Déficit Trenes (US\$ MM)	587	793	1.056
Gran Valparaíso	2016	2020	2025	Gran Valparaíso	2016	2020	2025
Población	1.070.000	1.109.590	1.150.645	Población	225.000	233.325	241.958
PPP	18.000	21.780	26.354	PPP	18.000	21.780	26.354
Km-Tren	43	43	43	Km-Tren	0	0	0
Déficit Trenes (Km)	27,7	40,7	56,1	Déficit Trenes (Km)	16,7	19,8	23,5
Déficit Trenes (US\$ MM)	559	938	1.454	Déficit Trenes (US\$ MM)	337	456	610

Fuente: Elaboración propia.

4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

En función de los proyectos de infraestructura descritos en el presente informe y los criterios utilizados para su selección, a continuación se efectúan algunas recomendaciones de acción tendientes a cubrir el déficit actual y futuro en materia de infraestructura de transporte y vialidad urbana para algunas de las principales ciudades de Chile.

Como se mencionó previamente, el diseño e implementación de un sistema de transporte público posee como eje ser un componente integrador de las ciudades, por lo que su desarrollo se debe analizar desde un enfoque multisectorial. A su vez, incorporar lo expuesto respecto a la condición de la vialidad urbana constituye un complemento relevante a la hora de mejorar u homogeneizar los estándares de movilización urbana. Así, los proyectos por ciudad correspondientes a mejoramiento, construcción o directamente asociados a la gestión vial, deben ejecutarse de manera coordinada.

En específico, la inversión en recuperación y mejoramiento de veredas y caminos urbanos puede representar una importante fuente de recursos que permiten mejorar directamente la calidad de vida de las personas. Y, a diferencia de algunos proyectos de infraestructura de gran impacto, puede ser más factible avanzar a nivel local en el mejoramiento de calles y aceras.

Observamos de la experiencia internacional que las grandes ciudades hacen grandes esfuerzos de cara a mejorar las condiciones y acceso del transporte público para sus ciudadanos, específicamente, bajo el modelo de provisión de trenes urbanos o de cercanías, como herramienta esencial de movilización. Es por esto que se analiza el déficit en Santiago y regiones bajo esta óptica, con el objetivo de que el estándar de provisión hacia el año 2025 sea con el pleno funcionamiento de este modelo.


ANEXO: PROYECTOS PRIORIZADOS BAJO ENFOQUE MULTICRITERIO POR ZONA URBANA
TABLA 8.13
Proyectos Antofagasta

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Ampliación Ruta 28 Cruce Ruta 5 (La Negra)	Construcción	882.084		882.084	
Conexión E. Pérez Zujovic Av. Argentina	Construcción	199.531	199.531		
Ampliación Diagonal Sur y Mejoramiento Par Copiapó 21 de Mayo	Construcción	547.289	547.289		
Mejoramiento Av. Cabo Juan Bolívar	Mejoramiento	101.548	101.548		
Mejoramiento Av. Manuel Rodríguez	Mejoramiento	415.027		415.027	
Mejoramiento Borgo - O. Bulnes	Mejoramiento	159.658	159.658		
Mejoramiento Arturo Pérez Canto	Mejoramiento	109.684	109.684		
Corredor Segregado de Transporte Público Rendic	Construcción	4.235.835			4.235.835
Sistema de Transporte Público	Construcción	151.280		151.280	
Transporte Público Rendic - H. de la Concepción	Construcción	4.021.460	4.021.460		
Sistema de Transporte Av. Argentina - Rendic	Construcción	1.273.538		1.273.538	
Acceso al Puerto de Antofagasta	Construcción	6.425.532		6.425.532	
Conexión Av. Sabella Valdivia y Prolongación hasta Azapa	Construcción	411.827		411.827	
Habilitación Conexión Montevideo - Zenteno	Mejoramiento	249.382		249.382	
Av. Circunvalación Sur	Construcción	1.318.814			1.318.814
Circunvalación N Norte (L.C. Martínez - Pto. Natales)	Construcción	145.967			145.967
Av. Grecia entre 21 de Mayo y Homero Ávila	Mejoramiento	348.237	348.237		
Mej / Construcción 2 Calzada Av. P. Aguirre Cerda	Mejoramiento	633.889	633.889		
Eje Irrazaval entre P.A.C. y Av. Bonilla	Mejoramiento	66.370		66.370	
Ejes Pisagua - Sarmiento	Mejoramiento	68.711	68.711		
Nudo Vial Ruta 1 (Av. República de Croacia) - Ruta 28	Mejoramiento	136.564	136.564		
Mejoramiento y Construcción Vial Acceso Puerto	Mejoramiento	234.109	234.109		
Plan Maestro de Gestión de Tránsito de Antofagasta (Componente Gt + Ciclo vías)	Plan de Gestión Vial	6.750		6.750	
Total Inversión		22.143.085	6.560.680	9.881.790	5.700.616

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.14
Proyectos La Serena - Coquimbo

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Av. La Cantero (Ruta D-35)	Mejoramiento	632.289	632.289		
Juan Cisternas - González V. - Apertura Las Torres	Construcción	1.095.006		1.095.006	
Av. Costanera Sur (La Serena)	Construcción	81.938		81.938	
Av. Baquedano - Calle 20 de Marzo (*)	Mejoramiento	437.457	437.457		
Pedro Pablo Muñoz - Av. El Santo	Mejoramiento	409.691	409.691		
Av. El Islón (*)	Mejoramiento	728.223			728.223
Av. Cuatro Esquinas	Mejoramiento	601.426	601.426		
Par Vial Calles Ignacio Carrera Pinto - Carmona (*)	Mejoramiento	783.232		783.232	
Av. Alessandri y Par Vial Calles Tucapel - Wenceslao Vargas (*)	Mejoramiento	297.314		297.314	
Proyecto Ruta 5 (Concesión y Nudos Viales)	Concesión	6.164.725		3.082.362	3.082.362
Recuperación Espacio Público Av. Fco. de Aguirre (*)	Mejoramiento	414.930	414.930		
Mejoramiento Conectividad Las Compañías La Serena Centro	Mejoramiento	693.557	693.557		
Av. Pacífico	Construcción	867.153			867.153
Mejoramiento Av. Gaspar Marín	Mejoramiento	268.062	268.062		
Mejoramiento Oriente Poniente Sindempart	Mejoramiento	620.389	620.389		
Las Higueras	Construcción	570.637		570.637	
Par Vial Los Arrayanes - Los Lúcumos - Los Plátanos	Mejoramiento	839.022	839.022		
Las Palmeras Costanera Norte Quebrada de Peñuelas	Mejoramiento	909.979	909.979		
Peñuelas Sur - Amanecer	Mejoramiento	701.508		701.508	
Conectividad Higueras Sindempart	Mejoramiento	398.442	398.442		
Mejoramiento Operación Sector Céntrico La Serena	Mejoramiento	796.418	796.418		
Cuarto Puente La Compañía - Centro La Serena	Construcción	399.829	399.829		
Habilitación Rene Schnider - Wagenknecht - Panorámica	Mejoramiento	913.290		913.290	
Conectividad Norte Sur - Rosario de Peñuelas	Mejoramiento	216.338		216.338	
Habilitación Conectividad Sindempart - El Rosario de Peñuelas	Mejoramiento	423.876		423.876	
Ampliación de Regimiento de Arica	Construcción	415.476	415.476		
Acceso a Puerto a Nivel	Mejoramiento	527.219	527.219		
Sistema de Transporte Público Balmaceda	Construcción	1.287.283		1.287.283	
Sistema de Transporte Público Coquimbo	Construcción	834.046	834.046		
Sistema de Transporte Público La Florida	Construcción	429.933	429.933		
Ruta 43, Ovalle - Coquimbo	Concesión	6.179.138		3.089.569	3.089.569
Ampliación Reposición Ruta 41-Ch S: La Serena - Vicuña	Construcción	37.155		37.155	
Pasada Ruta 5, Sector La Herradura (Km 457 Al 462)	Mejoramiento	1.360.173		1.360.173	
Interconexión Ruta 41 - Puerto de Coquimbo	Construcción	853.054			853.054
Ruta D-255 Islón - El Romero - Lambert - Santa Gracia	Mejoramiento	82.635		82.635	
Total Inversión		32.270.843	9.628.165	14.022.317	8.620.361

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.15
Proyectos Gran Valparaíso

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Planes Maestros de Gestión de Tránsito Curauma - Placilla	Gestión Vial	97.545	97.545		
Conexión Calle El Sendero (*)	Construcción	69.194		69.194	
Construcción Camino del Agua	Construcción	852.976		852.976	
Construcción Prolongación 6 Oriente, Viña del Mar	Mejoramiento	276.639		276.639	
Construcción Puente Almirante Riveros	Construcción	60.088	60.088		
Construcción Puente Estero Marga Marga	Construcción	234.109		234.109	
Construcción Puente Frente a Colegio Mackay	Construcción	58.527	58.527		
Construcción Puente Los Castaños, Viña del Mar	Construcción	100.940	100.940		
Construcción Puentes Peatonales Concón (*)	Construcción	27.107	27.107		
Agua Santa, de Álvarez a Av. Las Palmas (*)	Mejoramiento	850.261	850.261		
Av. Buenos Aires (*)	Mejoramiento	292.740		292.740	
Camino Troncal Quilpué	Mejoramiento	2.770.914	2.770.914		
Subetapa Puente Oriente Estero Reñaca Etapa 3	Mejoramiento	42.920	42.920		
Subetapa Puente Poniente Estero Reñaca Etapa 3	Mejoramiento	44.481	44.481		
Subetapa Reposición Puentes Camino Costero Etapa 2	Mejoramiento	32.385	32.385		
Subetapa Vía Piv Etapa 2	Mejoramiento	94.697	94.697		
De la Gestión de Tránsito y Troncal, Comuna de Villa Alemana	Mejoramiento	238.752		238.752	
Eje Cinco Oriente - Quillota	Mejoramiento	200.208		200.208	
Eje Simón Bolívar, Viña Del Mar	Mejoramiento	1.098.565	1.098.565		
Interconexión Vial Norte - Sur sobre el Estero Marga Marga	Mejoramiento	234.109	234.109		
Troncal Vina Quilpué, Etapa Centro y Sur Quilpué	Mejoramiento	136.564	136.564		
Ruta 60Ch (Camino La Pólvara) S. Cruce Ruta 68 - Acc. Puerto	Construcción	2.430.832		1.215.416	1.215.416
Remodelación Calle Cardenal Samore (*)	Mejoramiento	172.415	172.415		
Remodelación Calle Obispo Valdés, Tramo 3 (*)	Mejoramiento	170.085		170.085	
El Vergel	Construcción	199.924	199.924		
Conexión Cerros Los Placeres Barón	Construcción	149.724		149.724	
Puente Traslaviña y Villanelo Unidireccional	Construcción	46.370	46.370		
Prolongación Mejoramiento y Continuidad Av. Alemania	Mejoramiento	1.294.232	1.294.232		
Conectora Norte Quilpué	Construcción	137.743		137.743	
Circuito Intraurbano I.C. Pinto Villa Alemana	Const+Mejorm	914.798	457.399	457.399	
Cruce Desnivelado Merval	Construcción	180.000	180.000		
Conexión Jardín del Mar El Alto	Construcción	134.468	134.468		
Vía PIV Conexión Camino Alto 2 (*)	Construcción	324.379		324.379	
Mejoramiento Ruta 68, Santiago - Valparaíso - Viña Del Mar	Concesión	5.541.828		5.541.828	
Conexión Troncal Sur - Nuevo Túnel La Dormida	Concesión	33.860.567			33.860.567
Ciclo vía y Acceso a Parque Ecocultural, C° Laguna Verde	Construcción	269.616		269.616	
Camino Laguna Verde - Quintay V Región (*)	Construcción	1.462.347			1.462.347
Ruta F-30-E Sector: Cementerio Concón - Rotonda Concón	Mejoramiento	851.259	851.259		
Ruta F-50 S: Lo Orozco - Quilpué Etapa II, Comuna de Quilpué	Mejoramiento	308.154		308.154	

Ruta F-50 Quilpué - Villa Alemana Estudio	Concesión	390.183		390.183	
Camino del Agua y Transversales Etapa Cuesta Colorada	Construcción	195.091	195.091		
Camino del Agua y Transversales Etapa Mesana	Construcción	234.109	234.109		
Camino del Agua y Transversales Etapa Aquiles Ramírez	Construcción	234.109	234.109		
Avda. España + Nudo Pelle	Const. + Mej.	254.000	254.000		
Total Inversión		57.569.955	9.902.480	11.129.146	36.538.329

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.16
Proyectos Gran Santiago

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Autopista a Lampa	Concesión	5.160.000			5.160.000
Conexión Av. Américo Vespucio Norte G Velázquez (*)	Concesión	8.259.391			8.259.391
Mejoramiento Acceso Regional Ruta 5 Norte	Concesión	5.818.919	5.818.919		
Américo Vespucio Oriente Tramo Norte	Concesión	33.333.600	33.333.600		
Américo Vespucio Oriente Tramo Sur	Concesión	29.166.900		29.166.900	
Autopista Costanera Central	Concesión	50.402.923		25.201.461	25.201.461
Autopista Independencia / Sta. Rosa	Concesión	50.800.000			50.800.000
Conexión Costanera Norte Ruta 78	Concesión	2.995.000	2.995.000		
Extensión C. Norte - Padre Arteaga	Concesión	609.601	609.601		
Acceso Regional Ruta 68	Concesión	1.007.000	1.007.000		
Acceso Regional Ruta 78	Concesión	2.279.000	1.139.500	1.139.500	
Nudo Pérez Zujovic - Lo Saldes - Túnel Kennedy - C. Sur	Concesión	5.149.000	5.149.000		
Mejoramiento Urbano Américo Vespucio Sur	Concesión	1.130.000	1.130.000		
Acceso Regional Ruta 57-G15	Concesión	983.674		983.674	
Teleférico Bicentenario	Concesión	1.300.000		1.300.000	
Ampliación Camino Lonquén	Construcción	1.155.000	1.155.000		
Ampliación Camino Noviciado y Mejoramiento Vías Locales V. Sur	Construcción	255.000		255.000	
Ampliación Eje La Montaña - Av. Del Valle (*)	Construcción	163.270		163.270	
Ampliación Lo Espejo	Construcción	409.000	409.000		
Anillo Tres Poniente / Lo Blanco	Construcción	3.124.000		1.562.000	1.562.000
Apertura y Ampliación Eje Colombia	Construcción	839.000	839.000		
Conexión P. Hurtado Tobalaba	Construcción	286.000	286.000		
Conexión Valle Grande - Lo Echevers	Construcción	159.000		159.000	
Orbital Sur Autopista del Sol / Camino Internacional	Construcción	631.689			631.689
Orbital Poniente (*)	Construcción	595.889			595.889
Conexión Cam. Rinconada - Cost Río Mapocho	Construcción	157.484			157.484
Construcción C. Sur Poniente Etapa 2	Construcción	1.426.000	1.426.000		
Eje Lo Blanco / Arica (Nueva Alameda)	Construcción	2.936.000			2.936.000

Mejoramiento Camino a Melipilla	Mejoramiento	1.118.000	1.118.000		
Puente y Empalme Pajaritos / Tte. Cruz	Mejoramiento	1.559.000	1.559.000		
Mejoramiento Eyzaguirre	Mejoramiento	521.000	521.000		
Mejoramiento Vialidad Centro Quilicura	Mejoramiento	170.000	170.000		
Nueva Vespucio Habilitación Lo Marcoleta	Construcción	872.000		872.000	
Nueva Vespucio Pte. El Rosal y Vías Locales V. Norte	Construcción	1.464.000			1.464.000
Ruta G-21	Concesión	1.930.000			1.930.000
Orbital Sur, Sector Ruta 5 Sur - Ruta G-45 Padre Hurtado (*)	Construcción	157.360		157.360	
Costanera Sur del Mapocho II Etapa, Sector Talagante-Peñaflor (*)	Construcción	269.962		269.962	
Construcción Ciclovías y Sendas Peatonales III Etapa, RMS	Construcción	220.375		220.375	
Construcción Conexión Vial Avda. 4 Álamos - Lo Espejo (*)	Construcción	59.713	59.713		
Caleteras Ruta 5 Sur, Sector: Lo Espejo - San Bernardo (*)	Construcción	477.483	477.483		
Costanera del Maipo, Sector Ruta G46-Pte S. Antonio de Naltahua	Construcción	32.105			32.105
Costanera del Maipo, Sector Pte. Los Morros-Pte. Las Vertientes (*)	Construcción	30.186			30.186
Costanera del Maipo, Tramo Puente Los Morros - Ruta G-46	Construcción	32.105			32.105
Mejoramiento y Reposición Ruta G-16, Sector Lampa-Tiltill-Rungue (+)	Mejoramiento	1.873.486			1.873.486
By Pass Melipilla, Región Metropolitana (*)	Construcción	22.018	22.018		
Mejoramiento y Reposición Camino El Tránsito, Rol G-624 (*)	Mejoramiento	360.259	360.259		
Conexión Vial Ruta G-420 San Antonio de Naltagua - Melipilla	Construcción	11.969	11.969		
Camino Padre Hurtado G-45, Sector Cuesta Chada, Paine	Mejoramiento	465.106		465.106	
Ruta G-546, Sector: Cuesta El Cepillo Paine, Melipilla	Mejoramiento	10.555	10.555		
Camino Culiprán - Lo Chacón G-660, Km 0,0 A 30,7, Melipilla	Mejoramiento	14.669	14.669		
Prolongación Camino El Tránsito a Ruta G-74 F Melipilla	Construcción	36.714	36.714		
Camino Lagunillas G-355, Km 0 - 19, San José de Maipo	Mejoramiento	21.739	21.739		
Camino Los Queltehués G-465, Comuna San José de Maipo (*)	Mejoramiento	334.126		334.126	
Ruta G-25, Sector: Puente El Yeso - El Volcán	Construcción	369.724		369.724	
Total Inversión		222.965.994	59.680.739	62.619.458	100.665.797

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.17
Proyectos Gran Concepción

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Ampliación Av. J. Alessandri Sector: Aeropuerto - El Trébol	Mejoramiento	705.761	705.761		
Corredor Eje Colón - 21 de Mayo (Plaza El Ancla y Calle Hualpén)	Construcción	414.873	414.873		
Corredor Eje Colón - 21 de Mayo (Calle Hualpén y Puente Perales)	Construcción	691.572	691.572		
Corredor Eje Colón - 21 de Mayo (Puente Perales y Av. Prat)	Construcción	1.404.229		1.404.229	
Mejoramiento Ruta 150	Mejoramiento	250.000		250.000	
Vasco Núñez De Gamboa	Mejoramiento	616.502		616.502	
Ampliación Autopista Concepción - Talcahuano	Mejoramiento	339.658	339.658		
Arteaga Alemparte - Camino Los Carros	Construcción	483.271	483.271		
Prolongación Av. Manuel Rodríguez	Construcción	243.094		243.094	
Mejoramiento y Apertura de Lientur	Mejoramiento	400.000		400.000	
Extensión Vicuña Mackenna	Construcción	179.650	179.650		
Mejoramiento Av. Collao y Av. General Novoa	Mejoramiento	592.336	592.336		
Av. Collao - Av. General Novoa - Camino a Norguen	Construcción	347.579	347.579		
Empalme Puente Chacabuco	Construcción	68.612	68.612		
Mejoramiento Acceso a Tumbes	Mejoramiento	287.980		287.980	
Mejoramiento Avenida Latorre de Tome	Mejoramiento	288.440		288.440	
Costanera Norte a Chiguayante	Construcción	1.040.838	520.419	520.419	
Mejoramiento Ruta 160	Mejoramiento	1.772.591	1.772.591		
Corredor Manuel Montt en Coronel Tramo A	Construcción	339.551	339.551		
Corredor Manuel Montt en Coronel Tramo B	Construcción	237.754	237.754		
Corredor Manuel Montt en Coronel Tramo C y D	Construcción	1.493.639		1.493.639	
Mejoramiento Red Centro de Lota y Vialidad Asociada	Mejoramiento	216.014	216.014		
Mejoramiento Gestión de Tránsito Red Centro de Concepción	Mejoramiento	67.676	67.676		
Mejoramiento Eje Pedro de Valdivia	Mejoramiento	30.006	30.006		
Mejoramiento Eje A. Prat entre Víctor Lamas y Nudo Nobis	Mejoramiento	184.293	184.293		
Mejoramiento Eje Los Carrera Concepción	Mejoramiento	335.738	335.738		
Mejoramiento Eje Vial Paicavi de Concepción	Mejoramiento	528.517	528.517		
Mejoramiento Autopista Concepción Talcahuano	Mejoramiento	108.333	108.333		
Mejoramiento Interconexión Vial Puente Biobío N°2-Cuatro Esquinas y Mej Av. Las Golondrinas	Mejoramiento	934.806	467.403	467.403	
Mejoramiento Eje Pedro Aguirre Cerda en San Pedro de La Paz	Mejoramiento	286.073	286.073		
Mejoramiento Conexión Vial Concepción - Chiguayante	Mejoramiento	366.761	366.761		
Mejoramiento Eje Manuel Rodríguez en Chiguayante	Mejoramiento	701.683	350.842	350.842	
Acceso Puerto de Coronel	Construcción	182.648	182.648		
Mejoramiento Av. Andalien	Mejoramiento	405.924		405.924	
Construcción Red de Ciclo rutas Gran Concepción	Construcción	175.582		175.582	
Gestión de Tránsito Diversos Ejes Concepción y Hualqui	Mejoramiento	280.931	280.931		
Interconexión Vial Ruta 160 Tramo 3 Acceso Sur Puente Industrial- Acceso Norte By Pass Coronel	Concesión	534.783		534.783	

Concesión Ruta 160 Tramo Tres Pinos - Acceso Norte a Coronel	Concesión	2.263.053			2.263.053
Puente Industrial y Accesos	Concesión	5.929.756		5.929.756	
Interconexión Ruta 160 T. 1 Ruta Interportuaria / Pte. Industrial (*)	Concesión	261.705			261.705
Alternativa Ruta 160 Pie de Monte	Concesión	3.511.635			3.511.635
Camino La Madera	Concesión	3.934.698			3.934.698
Autopista Concepción - Cabrero (Urbana)	Concesión	2.033.851		2.033.851	
Interconexión Ruta 160 Sector Industrial - Coronel (*)	Construcción	1.249.436	624.718	624.718	
Ampliación Av. Jorge Alessandri Sector: Aeropuerto - El Trébol	Construcción	645.673		645.673	
Habilitación Costanera Ribera Sur Río Biobío (*)	Const. + Mejor.	1.146.060			1.146.060
Total Inversión		38.513.563	10.723.579	16.672.833	11.117.151

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.18
Proyectos Gran Temuco

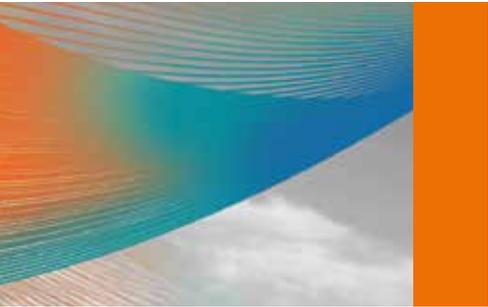
Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Interconexión Vial Centro Poniente Temuco	Mejoramiento	958.169	958.169		
Av. Luis Durand entre Av. Andes-El Carmen, Temuco	Mejoramiento	235.865	235.865		
Interconexión Vial Temuco - Padre Las Casas	Mejoramiento	1.770.566	885.283	885.283	
Pasadas Urbanas Ruta S-30-40	Mejoramiento	730.303	365.151	365.151	
Av. Javiera Carrera, entre Las Encinas y Recabarren, Temuco	Mejoramiento	107.729	107.729		
Ampliación Acceso Sur a Temuco	Construcción	45.339		45.339	
Mejoramiento Calle Colón entre Recreo y San Fernando, Temuco	Mejoramiento	4.175	4.175		
Mejoramiento Calle Farada y entre Milano y Recabarren	Mejoramiento	6.009	6.009		
Mejoramiento Av. Italia entre Av. Recabarren y Ribera Río Cautín	Mejoramiento	14.554	14.554		
Mejoramiento Calle Prat entre O'higgins y Ciclovía, Temuco	Mejoramiento	25.440	25.440		
Normalización y Centralización de Semáforos Av. Caupolicán-R. Ortega	Mejoramiento	41.359	41.359		
Par Av. Estadio - Pedro León Gallo	Construcción	37.732	37.732		
Par San Martín - O'Higgins Manuel Montt	Mejoramiento	409.650		409.650	
Diego Portales - Manuel Montt	Mejoramiento	23.372		23.372	
Mejoramiento Av. Pedro de Valdivia	Mejoramiento	386.986	193.493	193.493	
Eje Simón Bolívar	Mejoramiento	179.142	179.142		
Puente Nuevo A. Manquehue Huichaihue y Av. Circunvalación	Construcción	1.661.580		1.661.580	
Mejoramiento Av. Barros Arana	Mejoramiento	9.502	9.502		
Construcción Nuevo Puente Cautín en Cajón	Construcción	744.503			744.503
Ampliación Reposición Ruta S-30 S: Temuco - Nueva Imperial	Construcción	424.450		424.450	
Mejoramiento Camino Manquehue - Zanja	Mejoramiento	186.647			186.647
Total Inversión		8.003.072	3.063.603	4.008.318	931.150

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.

TABLA 8.19
Proyectos Puerto Montt

Proyecto	Tipo Proyecto	Inversión (UF)			
		Total	2015	2020	2025
Interconexión Centro Puerto Montt	Mejoramiento	390.182	390.182		
Interconexión Vial Sector Alerce Puerto Montt Tramo 1	Mejoramiento	417.143		417.143	
Interconexión Vial Sector Alerce Puerto Montt Tramo 2	Mejoramiento	271.527	271.527		
Calle El Teniente Barrio Industrial de Puerto Montt	Mejoramiento	47.212	47.212		
Conexión Vial Ruta 5 (Puerto Montt) - Ruta 7 (Chamiza)	Construcción	1.684.882	842.441	842.441	
Calle Regimiento Puerto Montt Tramo Pasaje Larrain - Ruta 7	Mejoramiento	121.112		121.112	
Autopista Metropolitana Puerto Montt	Concesión	3.462.862			3.462.862
Ampliación y Reposición 7 Sector Pichi Pelluco	Construcción	535.112		535.112	
Av. Pacheco Altamirano entre Angelmó y Chiquihue	Mejoramiento	36.379	36.379		
Ampliación Eje Cardonal entre Ruta 7 y Las Quemadas	Construcción	722.050	722.050		
Conexión Ruta 7 - Ruta 5	Construcción	1.982.781	991.391	991.391	
Acceso al Puerto y Par Ecuador - Chorrillos	Mejoramiento	61.155	61.155		
Av. Costanera entre Angelmó y Copiapó	Mejoramiento	250.177	250.177		
Reversibilidad Eje Benavente	Mejoramiento	8.146	8.146		
Conexión Chiquihue - Bypass Panitao	Construcción	125.579	125.579		
Ampliación de Crucero entre Los Notros y Pdte. Ibáñez (Acc. Centro Poniente)	Construcción	722.050		722.050	
Acceso Alerce	Mejoramiento	297.880	297.880		
Conexión Ruta 7 por Cam. Chamiza	Construcción	139.230		139.230	
Habilitación Anillo de Circunvalación Presidente Ibáñez Tramo 1 Cardonal - Ejército	Mejoramiento	1.140.900	570.450	570.450	
Habilitación Anillo de Circunvalación Presidente Ibáñez Tramo 2 Cardonal - Acceso Puerto	Mejoramiento	987.000		493.500	493.500
Ampliación Ruta 226 Cruce Longitudinal (Puerto Montt) El Tepual	Construcción	3.462.862		692.572	2.770.290
Total Inversión		16.866.222	4.614.569	5.525.002	6.726.651

Fuente: Elaboración propia en base a Sectra.



Capítulo 9

ESPACIOS PÚBLICOS

1 | RESUMEN EJECUTIVO

El creciente proceso de urbanización de los países ha impuesto una fuerte presión sobre los bienes y servicios de uso común disponibles en las ciudades, como calles, veredas y zonas abiertas a la comunidad, haciendo evidente la importancia de los espacios públicos como elemento central para la satisfacción de necesidades colectivas inherentes a la vida urbana, como el deporte, recreación, cultura, entre otras¹.

Chile carece actualmente de un marco normativo e institucional cohesivo e integrado que permita la provisión adecuada de espacios públicos para satisfacer las necesidades de acceso (cobertura) y capacidad para toda la población, generando focos de inequidad en zonas que cuentan con menores recursos para su desarrollo y gestión. A pesar de lo anterior, se han realizado esfuerzos parciales en términos normativos y de gestión para ajustar la provisión de espacios públicos a las necesidades colectivas. Sin embargo, estos avances quedan por debajo de lo observado en países con igual nivel de desarrollo.

Así, considerando estándares internacionales para la definición de provisión de espacios públicos relativos a la dotación habilitada para recreación, cultura y deporte, se estimaron las necesidades a nivel local y metropolitano (grandes obras), pensando en los siete centros urbanos más grandes del país. En suma, la cifra total de requerimientos de infraestructura de espacios públicos asciende a 859 millones de dólares.

1 UN-Habitat 2013, "Streets as public spaces and drivers of urban prosperity".



Más allá de los montos de inversión comprometidos para resolver las necesidades de dotación de espacios públicos, es necesario reconocer algunos aspectos de normativa y gestión que son claves para asegurar la provisión óptima para la ciudadanía:

- La existencia de normativa que defina estándares explícitos de provisión de bienes y servicios públicos a escala local que incluyan la dotación de espacios públicos para recreación y deporte, tanto en cobertura como capacidad.
- Identificar la demanda potencial y las prioridades de la sociedad en materia de espacios públicos, mediante levantamientos periódicos que permitan direccionar los ejes estratégicos, tanto de la provisión de infraestructura como de la gestión, uso y mantenimiento de la misma.
- Políticas de inversión a escala metropolitana en materias de deporte, recreación, cultura y acción cívica, que comprometan planes de infraestructura que sean acordes tanto a las necesidades de espacios habilitados, como a la planificación integrada de las ciudades en general.
- Objetivos estratégicos para el uso de los espacios públicos, lo cual permita no solo maximizar su rentabilidad social, sino también programar adecuadamente los recursos destinados a su mantenimiento y gestión en el tiempo.



TABLA 9.1
Resumen de requerimientos de inversión en espacios públicos
 Millones de dólares

Detalle	2016-2020	2016-2025
Grandes espacios públicos (cultura, deporte, recreación)	395	790
Provisión local (plazas y espacios deportivos)	42	69
Total	437	859

Fuente: Elaboración propia.

2 | RESEÑA DEL SECTOR

LA PROVISIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS EN LA CIUDAD

La urbanización ha sido un elemento clave para la competitividad y el crecimiento económico de las ciudades a escala global. El desarrollo urbano conlleva mayor población, extensión y densidad habitacional, para lo cual es necesario disponer de espacios públicos para una serie de actividades que son parte inherente de la vida urbana. Es así que, contar con espacios abiertos de fácil acceso para recreación, cultura, deporte, y actividades cívicas, es un elemento ineludible para una ciudad próspera.

La existencia de estos espacios no es arbitraria. Han sido parte del desarrollo de las ciudades a través de la historia, dado el importante valor social y económico que representan. La existencia de espacios públicos abiertos genera plusvalía en su entorno, atrae turismo, reduce el impacto de la contaminación y genera valor de uso para las personas, de forma individual y colectiva².

Entenderemos en adelante, como espacios públicos abiertos³, aquellos donde las personas desarrollan actividades en un contexto social, compartiendo el uso de dicho espacio con otros. En relación a lo anterior, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, principal ente responsable en la materia, define los espacios públicos como *un bien destinado a la satisfacción colectiva de necesidades urbanas, que se caracteriza por la condición de libre acceso por parte de la ciudadanía*⁴. Estos lugares cumplen con proveer diferentes servicios necesarios para la sociedad, como acceso al deporte (canchas y estadios), recreación (plazas verdes⁵, plazuelas, jardines y parques), cultura (museos y bibliotecas) y acción cívica (plazas y centros públicos)⁶.

Los espacios públicos también varían en función de su área de influencia dentro de la ciudad. En dicha línea, consideramos dos tipos de espacios públicos según alcance de la provisión del servicio, basado en la capacidad de generar acceso a ciudadanos en distintos niveles geográficos:

- **Espacios públicos locales:** aquellos que satisfacen la demanda de los residentes que habitan en un barrio o comuna. Corresponde a espacios abiertos genéricos, como plazas, plazuelas, jardines y/o multicanchas, y son de una extensión limitada.

2 "Measuring the Economic Value of a City Park", The Trust for Public Lands (2009).

3 Diversos organismos internacionales consideran como espacios públicos abiertos a toda área urbana donde existe libre flujo de personas, incluyendo calles y veredas (y su equipamiento). Estas últimas se abordan en el capítulo de vialidad urbana.

4 "Espacios Públicos: recomendaciones para la gestión de proyectos" MINVU (2010).

5 En la literatura, a estos espacios también se les denomina áreas residuales, en la medida que son espacios irregulares que se generan durante el desarrollo urbano y vial, quedando transformados para su uso público.

6 Si bien las playas también son consideradas espacios públicos abiertos, no se abordarán los requerimientos de infraestructura en este informe.



- **Grandes espacios públicos:** espacios de gran envergadura, generalmente únicos en su naturaleza, y que atienden la demanda de usuarios dentro de toda la ciudad o gran parte de ella. Se consideran para estos efectos parques, estadios, museos, plazas públicas, centros cívicos, entre otros.

La demanda por espacios públicos abiertos depende de una serie de factores, como la densidad habitacional, preferencias por el uso de los servicios, capital humano, entre otros. Como respuesta, los gobiernos locales generan condiciones para una oferta acorde a distintos criterios: económicos, sociales, urbanísticos, ecológicos, etcétera. La naturaleza cuasi-pública de estos servicios hace compleja su provisión en la práctica, recayendo buena parte de la responsabilidad en el Estado, ya sea procurando directamente su existencia o generando las condiciones para la provisión privada. Esta lógica crea importantes desafíos, tanto en la interacción público-privada como en el financiamiento y jerarquía institucional en la gestión e implementación de políticas y proyectos que aseguren la provisión equitativa y mantención adecuada de espacios públicos abiertos.

MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

En la actualidad, no existe un cuerpo legal unificado que organice la provisión de espacios públicos urbanos, sin embargo, existen ciertos textos que consideran tanto definiciones como aspectos de gestión, y que están vigentes a la fecha.

El concepto de áreas verdes, como espacio de uso recreacional o de esparcimiento, se acuña en ciertos cuerpos legales en los Ministerios de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y del Interior. En relación al MINVU, la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) obliga a toda nueva urbanización (por extensión) a *“la creación de espacios relacionados con áreas verdes, el desarrollo de actividades deportivas y recreacionales, y para equipamiento, lo cual en su conjunto no podrá exceder 44% de la superficie total del terreno original”*. Adicionalmente, la LGUC reconoce a la Municipalidad como el organismo público a intervenir o rehabilitar zonas deterioradas dentro de su comuna respectiva, siendo dentro del conjunto de acciones a tomar, el habilitar el terreno como área verde de uso público si lo desease, en concordancia con los planes habitacionales del MINVU.

En la misma línea, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), instrumento guía de la LGUC, sugiere una serie de definiciones asociadas a todo tipo de atributos espaciales, incluyendo dentro de estos, el concepto de espacios de uso público, siendo el que corresponda a un *“bien nacional de uso público, destinado a circulación y esparcimiento u otros”*. De esta forma, la ordenanza define el concepto de **Plaza**, la cual corresponde a un *“espacio libre de uso público destinado, entre otros, al esparcimiento y circulación peatonal”*. En línea con lo anterior, también se define **Parque** como un espacio que sea *“arborizado, eventualmente dotado de instalaciones para el esparcimiento, recreación, prácticas deportivas, cultura u otros”*.

En cuanto al Ministerio del Interior, a través de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), el principal texto de referencia es la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, la cual define las funciones y atribuciones de los municipios en su artículo 3°, definiendo que dentro de las acciones que debe cumplir un

municipio en el país están las labores de aseo y ornato de su comuna respectiva en su totalidad (incluyendo espacios públicos de todo tipo). Al respecto, las municipalidades deben poseer una unidad encargada del medio ambiente, aseo y ornato, la cual estaría encargada de la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna. En este ejercicio quedarían fuera los parques urbanos, que se encuentran en gestión directa del MINVU. En relación al financiamiento, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) son instrumentos disponibles a nivel regional que pueden ser destinados para la construcción de áreas verdes.

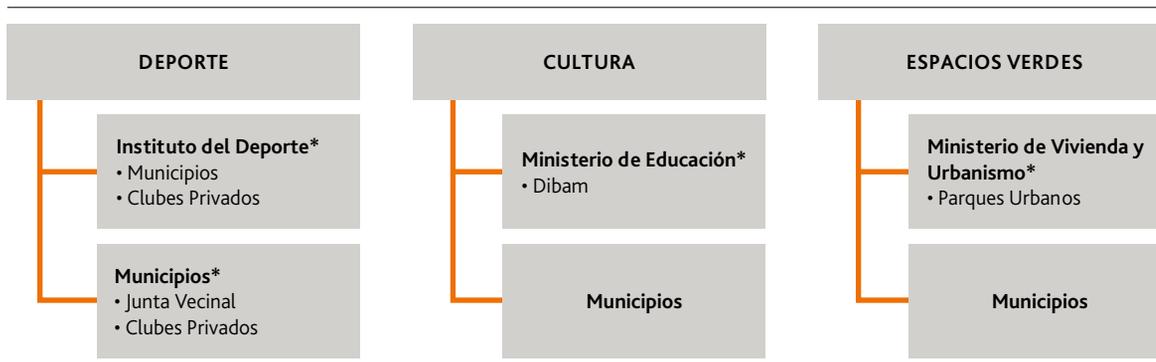
Finalmente, el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) elaboró un Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana, en la cual se promueve la generación de áreas verdes dentro de los programas estratégicos para efectos del control de emisiones. En síntesis, el siguiente marco normativo relativo a áreas verdes para la recreación se puede reflejar en el siguiente diagrama:

TABLA 9.2
Marco Institucional Provisión Local

Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ministerio del Interior	Ministerio Secretaría General de la Presidencia
Ley General de Urbanismo y Construcciones (DFL 458)	Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional	Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (DS 58)
Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (DS 47)	Ley Orgánica de Municipalidades	

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 9.1
Marco Institucional para la Gestión de Espacios Públicos



Fuente: Elaboración propia.

(*) Pueden delegar la gestión a las organizaciones mencionadas.



Junto a lo anterior, se deben considerar también los espacios públicos destinados al deporte y la cultura, los cuales no se clasifican bajo dicha definición en la normativa actual, pero su provisión y gestión se encuentra contenida en diversos cuerpos legales. Así, el Instituto Nacional del Deporte (IND) tiene el mandato de gestionar una serie de espacios destinados al deporte, contando con la facultad de delegar su administración a privados como a otros organismos públicos. Por otra parte, la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM) es responsable de los espacios culturales de gran escala, contando en particular con una red de museos a nivel nacional.

Adicionalmente, y a nivel local, las municipalidades también cuentan con espacios públicos de todo tipo a su gestión, como centros deportivos, museos, plazas y otros, los cuales desarrollan y mantienen de acuerdo a su capacidad y lineamientos particulares, en el marco de su normativa.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

La experiencia internacional en materia de provisión de espacios públicos se caracteriza por una variedad de modelos normativos, los que fijan estándares y definen procedimientos para hacer efectivos los requerimientos de provisión de espacios en la planificación del suelo y en los planes de infraestructura a nivel nacional, regional y local.

En cuanto al ámbito recreacional y áreas verdes, Estados Unidos posee uno de los modelos más completos en la materia, donde cada Estado define estándares de provisión a nivel local, los cuales contemplan tamaño (m²) y cobertura (área de influencia) para distintos niveles de incidencia geográfica. Lo anterior es clave, dado que las comparaciones a nivel global (m² por habitante, por ejemplo) escoden la distribución de los espacios dentro de la ciudad. Un modelo diferente es aquel que se observa en diversos países miembros de la Zona Euro, particularmente en Noruega, donde cada ciudad planifica sus espacios bajo un enfoque de sustentabilidad, lo cual involucra la preservación y mantención de sus áreas verdes. Modelos similares se observan en Inglaterra, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Japón, entre otros países. En Latinoamérica, destacan los esfuerzos de países como Colombia y Argentina en dicha materia, con normativas explícitas en cuanto a estándares de provisión.

TABLA 9.3
Estándares de provisión local de áreas verdes en Estados Unidos

Tipo de provisión	Radio de servicio (metros)	Tamaño medio (ha)
Mini Parque	400	hasta 0,4 ha
Parque de Barrio	800	3 ha
Parque Comunal	Comunal	16 ha
Recinto Deportivo Mayor	Comunal	10 ha
Recinto Deportivo Local	1.600	hasta 2 ha

Fuente: Asociación Nacional de Parques y Recreación, EE.UU.

Como se mencionó, para efectos de grandes parques urbanos, la métrica en general se asocia al área total y el gasto incurrido por habitante. Por ejemplo, en el promedio de ciudades de Estados Unidos, el gasto anual por este concepto asciende a US\$15 (con cifras del año 2014, similares a las observadas en otras ciudades de Canadá e Inglaterra), mientras que el presupuesto del programa de Parques Urbanos en Chile, del año 2016, contempla un presupuesto levemente superior a US\$1,5 por habitante.

Ahora, en términos de deporte y cultura, las métricas y modelos de gestión son más ambiguos, reconociendo la dificultad de dimensionar las necesidades de provisión en estos ámbitos, las cuales finalmente se traducen en mediciones comparativas del gasto público por persona en cada tema. Así, en materia deportiva, algunos de los requerimientos son asociados en el mismo marco de las áreas verdes, a través del equipamiento apropiado de los mismos o la construcción de recintos deportivos específicos, como se observa en Estados Unidos y Reino Unido. Solo un conjunto limitado de países cuenta con una estrategia efectiva en materia deportiva, como Japón y Canadá, donde se observan inversiones sustanciales en materia de instalaciones deportivas.

Por su parte, en cuanto a la provisión cultural, la Zona Euro tiene un marco general orientado a la promoción y facilitación de la actividad cultural, sin una agenda específica de construcción de recintos, como es la práctica general a nivel internacional. Sin embargo, en esta, se observan los niveles más altos de inversión en dicha materia, respecto de otras regiones. No obstante, existe una importante heterogeneidad en los niveles de gasto observados en cada país, los cuales promedian 0,4% del Producto Interno Bruto (PIB), pero pueden alcanzar niveles cercanos o superiores a 1%, como en el caso de Holanda y Estonia.

TABLA 9.4
Gasto en infraestructura de deporte, recreación y cultura

	Chile	Benchmark
Cultura	0,1% PIB / año	0,4% PIB / año (Zona Euro)
Deporte y recreación	67 millones de dólares / año	150 millones de dólares / año (Ocde)

Fuente: Elaboración propia en base a DIPRES, Comisión Europea, Ocde.
Nota: Cifras ajustadas por población y tipo de cambio.

Con todo, entonces, el marco de referencia de escenario futuro para Chile debe considerar los siguientes puntos, teniendo como objetivo la adecuada dotación de espacios públicos abiertos a la ciudadanía:

- Definición de estándares para la dotación, al menos a nivel local, de áreas verdes y espacios deportivos, que permitan guiar la actividad pública y privada en la materia.
- Metas de inversión en materia de deporte y cultura, a fin de alcanzar niveles de gasto comparables con países de referencia de cara al año 2025, considerando la proyección de crecimiento del PIB y demografía.
- Establecer planes y programas que permitan guiar la provisión de espacios públicos a fin de alcanzar los estándares y metas propuestas.



3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA DE ESPACIOS PÚBLICOS Y DÉFICIT

Para medir la dotación y potencial déficit de espacios públicos se requieren métricas diferentes en función del uso e incidencia de la amenidad. A nivel local, consideraremos como espacios públicos la dotación de plazas y centros deportivos (multicanchas), a partir de la información contenida en el PreCenso del año 2011. En cuanto a un dimensionamiento a gran escala, se medirá el gasto en provisión de infraestructura para la dotación de espacios públicos en recreación, deporte y cultura, comparando con el *benchmark* respectivo.

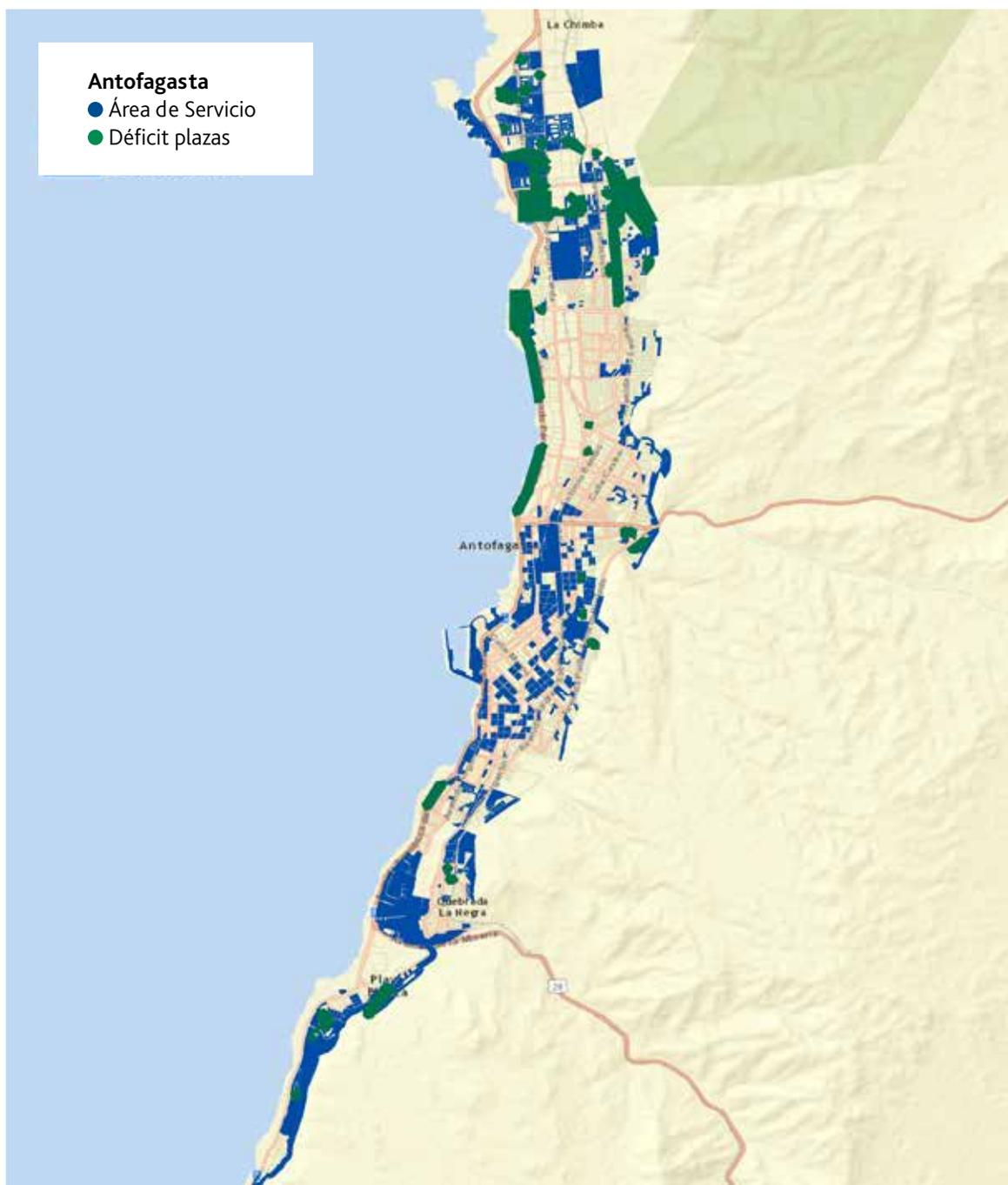
Para la dotación local, definiremos como “plaza”, a toda zona contenida en una manzana que tenga los siguientes atributos: bancas, basureros, mobiliario (juegos), jardines e iluminación. En tanto, asumiremos las multicanchas como una aproximación a la dotación de centros deportivos. Para determinar el área de influencia de cada uno de los espacios públicos, se generaron redes de transporte local, de tal forma que en distancia caminable, cada habitante tenga acceso a cada ubicación, bajo los umbrales definidos anteriormente. Desde esa mirada, y considerando las siete zonas urbanas de mayor tamaño en el país, encontramos que una fracción considerable del desarrollo de las ciudades (15% a 20%) no cuenta con equipamiento de recreación y/o deporte a nivel local.

TABLA 9.5
Déficit de plazas y multicanchas por zona urbana y total

Zona Urbana	Déficit (m ²)		Unidades físicas	
	Plazas	Multicanchas	Plazas	Multicanchas
Antofagasta	9.843.998	8.584.938	5	1
La Serena - Coquimbo	63.676.437	59.355.888	31	7
Valparaíso	44.021.833	52.415.079	22	7
Concepción	103.470.000	88.159.470	50	11
Temuco	17.086.595	15.699.805	9	2
Puerto Montt	30.454.817	33.082.804	15	4
Santiago	251.360.000	156.100.000	125	20
Total	519.913.680	413.397.984	257	52

Fuente: Elaboración propia y en base a Oduc.

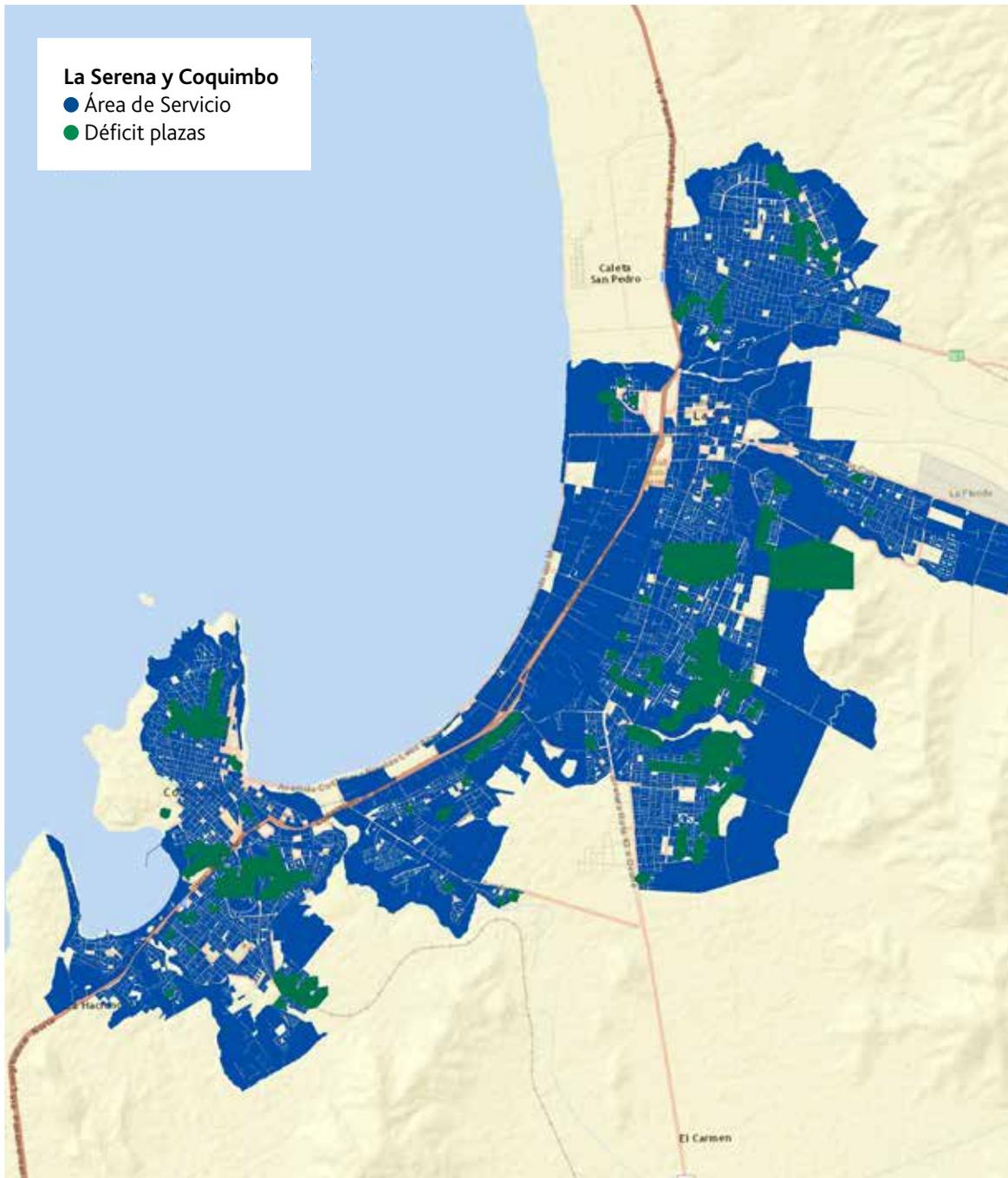
FIGURA 9.2
Déficit de plazas Antofagasta



Fuente: Elaboración propia.

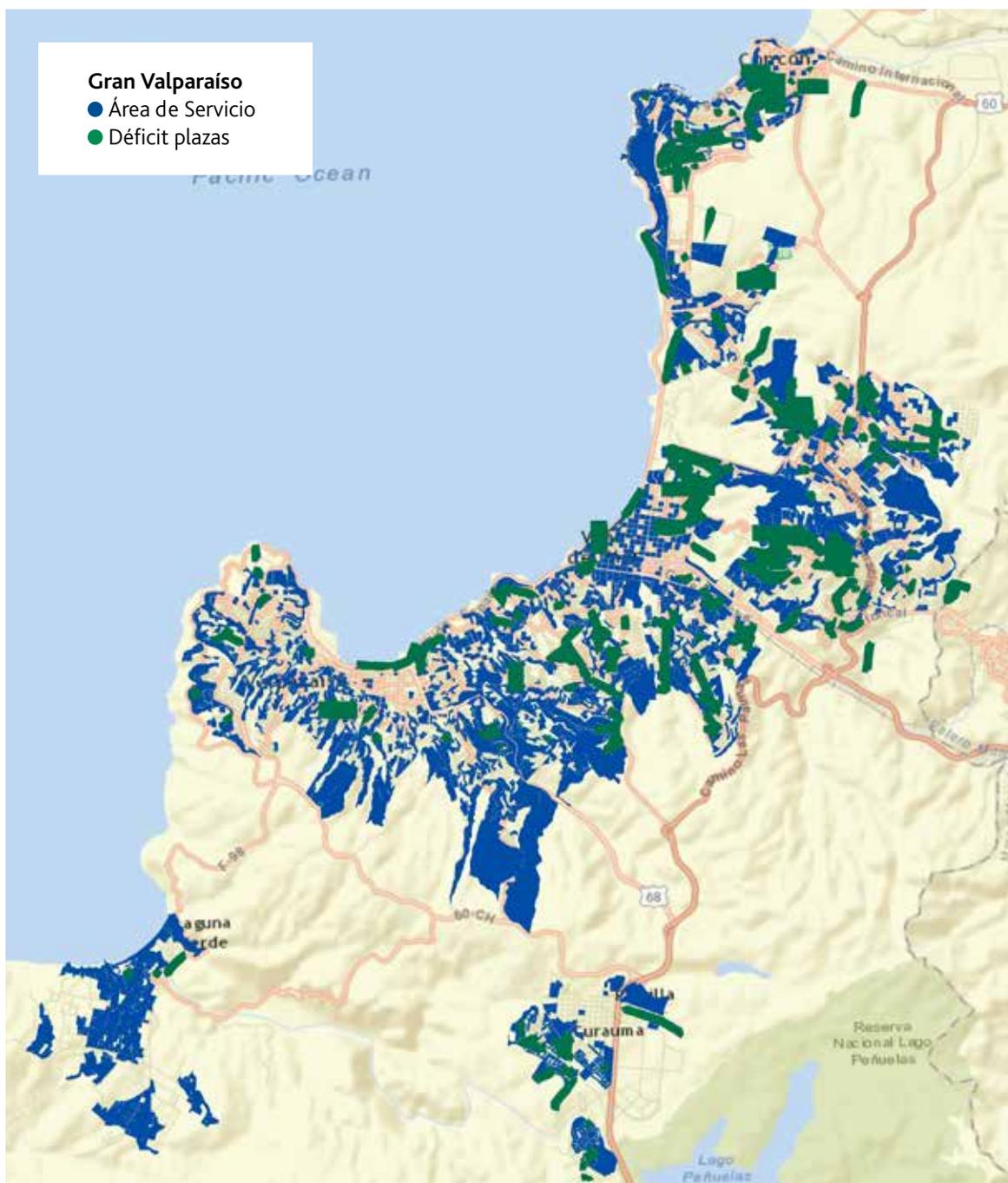


FIGURA 9.3
Déficit de plazas La Serena y Coquimbo



Fuente: Elaboración propia.

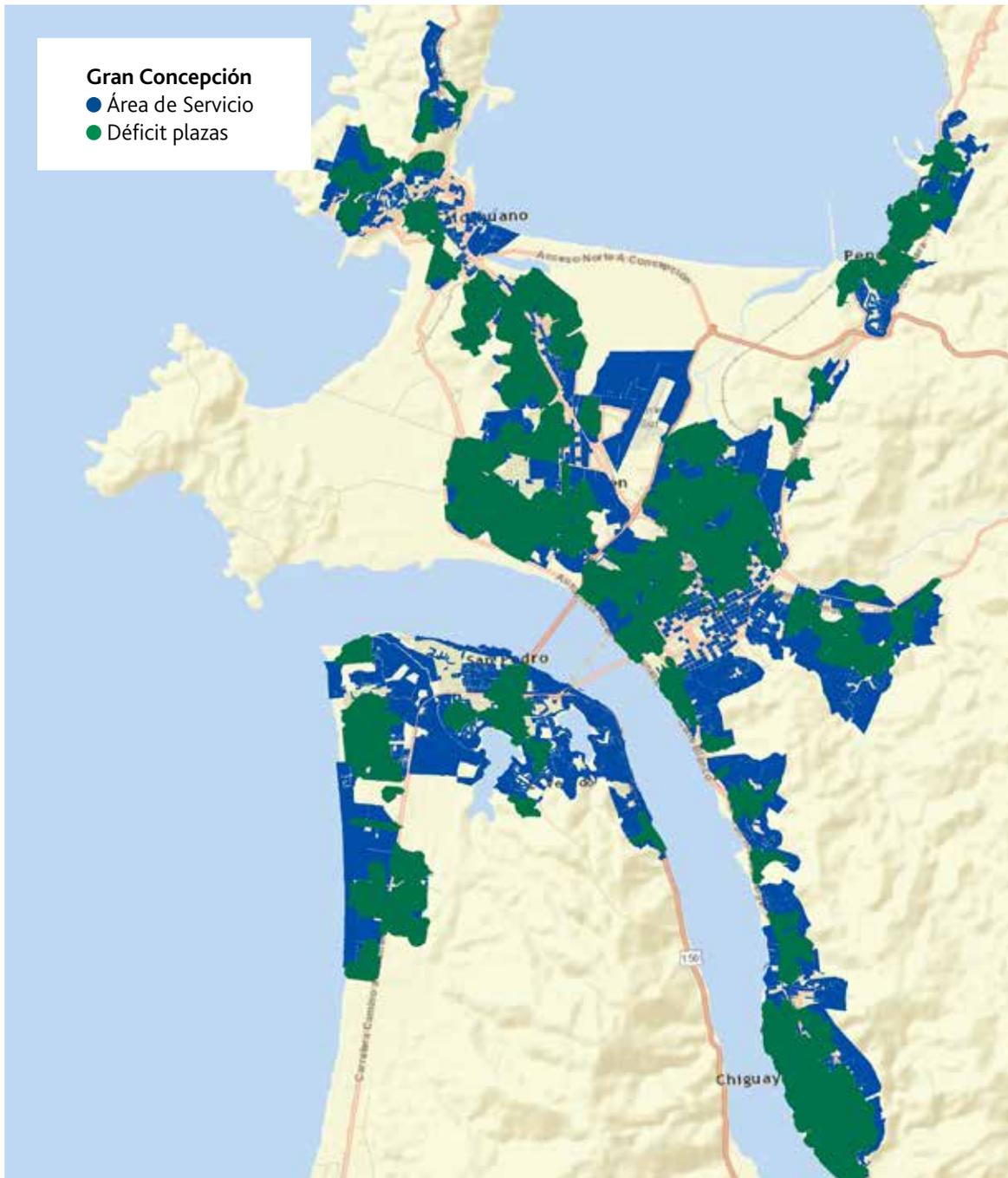
FIGURA 9.4
Déficit de plazas Gran Valparaíso



Fuente: Elaboración propia.

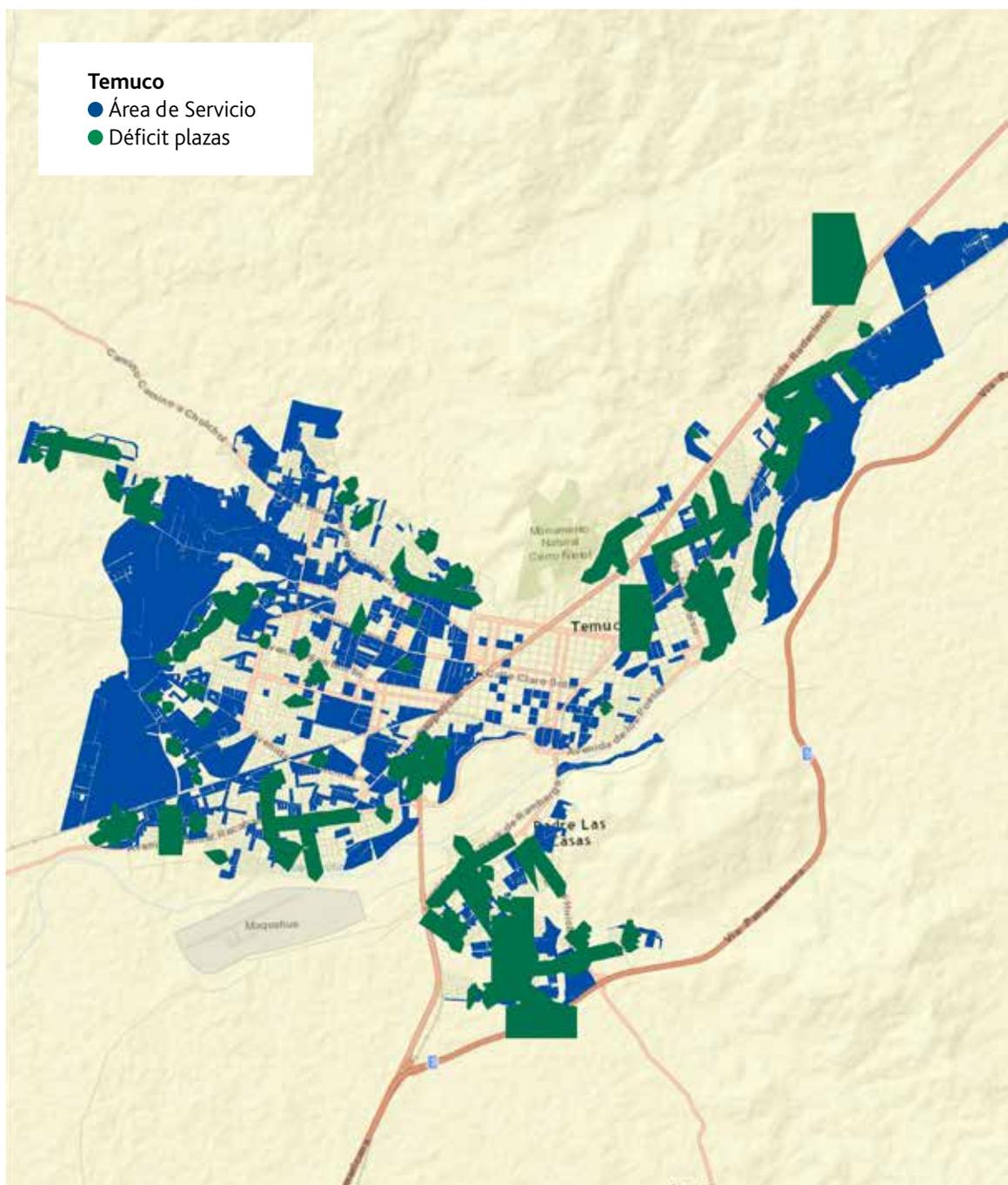


FIGURA 9.5
Déficit de plazas Gran Concepción



Fuente: Elaboración propia.

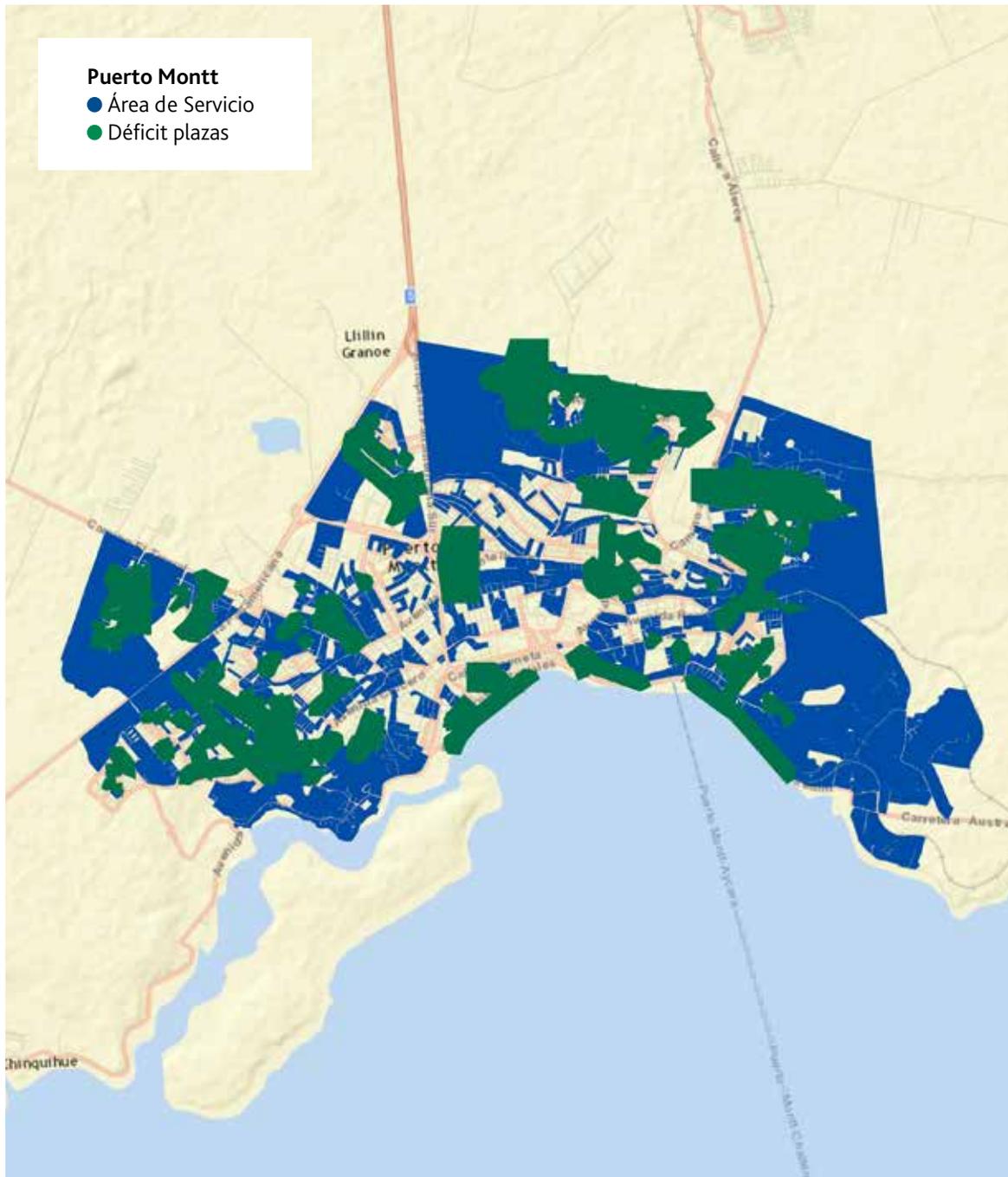
FIGURA 9.6
Déficit de plazas Temuco



Fuente: Elaboración propia.

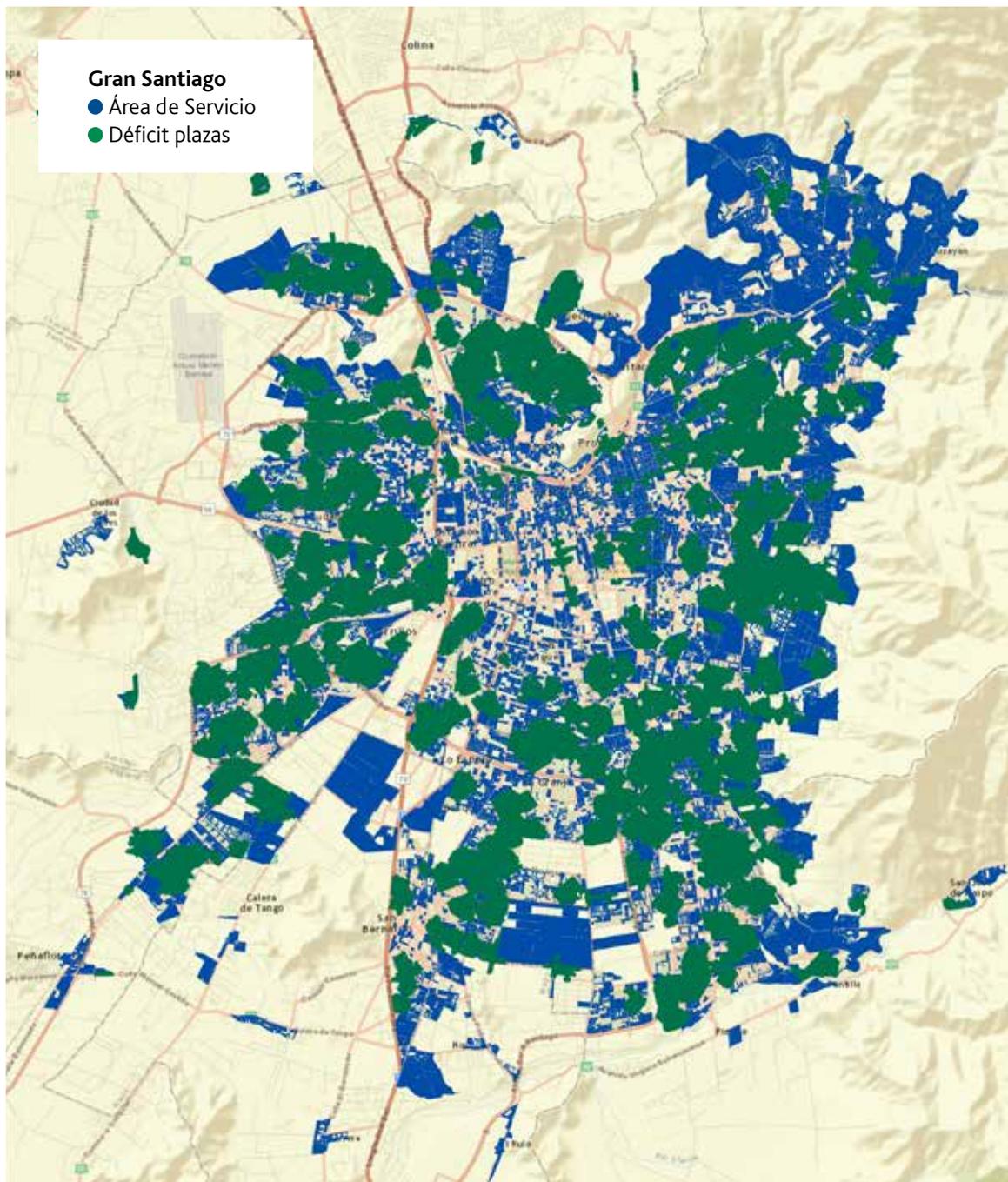


FIGURA 9.7
Déficit de plazas Puerto Montt



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 9.8
Déficit de plazas Gran Santiago



Fuente: Elaboración propia.



BRECHA EN BASE AL ESCENARIO FUTURO

Dado que el déficit se compara con la situación actual (o aquella más próxima), entendemos como brecha a los recursos adicionales consistentes con el crecimiento del país en el próximo decenio, tomando en cuenta la proyección contenida en el Escenario Futuro. Las cifras presentadas son netas, considerando que los recursos que se prevea sean invertidos por el Estado en capital y operación de espacios públicos.

En el caso local, pensando en la obligatoriedad de provisión de espacios para el desarrollo de nuevas urbanizaciones, no se anticipa que exista una brecha significativa de dotación de plazas y centros deportivos. Sin embargo, en la medida que se intensifique la densificación de ciertas zonas, existirá una mayor presión por el uso de espacios públicos, lo cual incidirá al menos en los costos de mantención, asunto necesario de considerar a futuro. Ahora, en cuanto a provisión a gran escala, se efectúa directamente la proyección del gasto en infraestructura consistente con el crecimiento del PIB por año, asociado a los presupuestos públicos.

A gran escala, se consideraron un conjunto de países de referencia, a los cuales se determinó el gasto en capital (infraestructura) equivalente al nivel de PIB y población urbana consistente con la realidad actual de Chile, para recreación, deporte y cultura. Con ello, se observan que los presupuestos son, en promedio, 25% del equivalente a los niveles de gasto esperados para el mismo nivel de desarrollo. La brecha entonces hacia el año 2025 implica alcanzar los niveles de gasto del *benchmark* de forma progresiva en el decenio.

TABLA 9.6
Brecha de gasto en recreación, deporte y cultura al 2025

	% PIB / año	Millones de dólares / año
Cultura	0,02% PIB	55
Deporte y Recreación	0,04% PIB	103
Total	0,06% PIB	158

Fuente: Elaboración propia en base a DIPRES, Comisión Europea, Ocde.
Nota: Cifras ajustadas por población y tipo de cambio.

En suma, la cifra total de brecha actual asciende a 158 millones de dólares hacia el año 2025, equivalentes a 0,06% del PIB, meta que debería alcanzarse progresivamente en el decenio.

Dado que la mayoría de las necesidades de espacios públicos están identificadas en términos de gasto público requerido, solo resta cuantificar el déficit a nivel local de plazas y multicanchas. Para dichos efectos, se identificaron fichas de proyectos tipo, en base a construcciones realizadas en Chile de forma pública durante los últimos años. La información nos lleva a valores unitarios de 72.500 y 87.000 dólares por unidad de plaza

y multicancha respectivamente, con los cuales se puede valorizar finalmente los recursos comprometidos en materia de espacios públicos, en el agregado.

TABLA 9.7
Características y valor ficha tipo de plaza y multicancha

Tipo de provisión	Características	Valor (Dólares)
Cultura	Extensión (1000 m ²); Luminaria; Mobiliario (juegos); Basurero; Bancos; Jardines	72.500*
Multicancha	Extensión (576 m ²); Base Estabilizada; Carpetas de Hormigón; Alisado de Superficie; Juntas de Dilatación; Solerillas de Borde; Demarcación de Canchas; Equipamiento deportivo; Cierres Perimetrales; Iluminación	87.000

Fuente: Elaboración propia en base a Chileindica y lineamientos Fondo Social Presidente de la República.

* Corresponde al costo promedio por ciudad según las consideradas en el análisis.

En suma, la cifra total de requerimientos de infraestructura de espacios públicos asciende a 859 millones de dólares, equivalentes a 0,3% del PIB.

TABLA 9.8
Resumen con déficit y brecha al 2020 y 2025, local y gran escala
Millones de dólares

		2016-2020	2016-2025
Provisión local	Plazas	17	17
	Multicanchas	4,4	4,4
	Mantenición	20,1	47,8
Gran Escala	Cultura	138	275
	Deporte y Recreación	258	515
Total		438	859

Fuente: Elaboración propia.



4 | **RECOMENDACIONES DE ACCIÓN**

Así como lo enfatizan diversos organismos internacionales, la existencia de espacios públicos habilitados en la ciudad es un elemento clave para el desarrollo próspero de las ciudades y sus habitantes, no solo desde la mirada social, sino que también para aumentar la productividad y competitividad, atrayendo y potenciando su capital humano.

Actualmente, nuestro país carece de una dotación adecuada de espacios públicos tanto a nivel local (espacios deportivos y recreativos) como a escala metropolitana (incluyendo espacios para la cultura), lo cual ocurre principalmente por la ausencia de planes estratégicos y estándares de provisión que permitan direccionar las inversiones y dar un seguimiento apropiado en el tiempo.

Por consiguiente, Chile requiere de una estrategia que le permita contar con un marco normativo e institucional integrado que permita la planificación adecuada de espacios públicos para satisfacer las necesidades de acceso (cobertura) y capacidad para toda la población urbana. Para ello se consideran relevantes a considerar los siguientes elementos:

- La existencia de normativa que defina estándares explícitos de provisión de bienes y servicios públicos a escala local que incluyan la dotación de espacios públicos para recreación y deporte, tanto en cobertura (acceso) como capacidad (tamaño).
- Identificar la demanda potencial y las prioridades de la sociedad en materia de espacios públicos, mediante levantamientos periódicos que permitan direccionar los ejes estratégicos, tanto de la provisión de infraestructura como de la gestión, uso y mantenimiento de la misma.
- Políticas de inversión a escala metropolitana en materias de deporte, recreación, cultura y acción cívica que comprometan planes de infraestructura integrados al diseño de ciudad, de tal modo que sean acordes, tanto a las necesidades de espacios habilitados como a la planificación integrada de las ciudades en general.
- Objetivos estratégicos para el uso de los espacios públicos que permitan no solo maximizar su rentabilidad social, sino también programar adecuadamente los recursos destinados a su mantenimiento y gestión en el tiempo.



Capítulo 10

EDUCACIÓN

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día los establecimientos educacionales deben ser capaces de incorporar criterios de innovación en la configuración de los espacios educativos, estándares de dimensionamientos y cambios de materiales que se aproximen a normas de eficiencia energética. En este contexto, se proponen cambios y ajustes a los espacios educativos actuales, siendo el principal, la utilización de estándares de superficie mínimos por alumno, recurriendo, como base, a los datos de otros países pertenecientes a la OECD, en los que la superficie del aula es la más relevante. Paralelamente, se identifica la necesidad de incorporar estándares de sustentabilidad y eficiencia energética en los establecimientos escolares.

Los requerimientos futuros de infraestructura educacional del país fueron calculados estableciendo nuevos estándares, en base a la evolución de la población en edad escolar, utilizando estimación hasta el año 2025. Ello se hizo teniendo como foco el mejoramiento de estándares de infraestructura escolar en dimensiones de los espacios educativos, variedad de estos, además de incorporación de estándares de eficiencia energética y confort. Para llevar a cabo el estudio, se seleccionó una muestra, dejando los participantes de la Educación Escolar Diurna de modalidad Pre-básica, Básica, Media y Técnica Profesional.

El escenario actual cuenta con alta incertidumbre, principalmente relacionada a los altos costos asociados a proyectos de infraestructura educacional y la actual re-estructuración que a nivel país está teniendo el Sistema Educacional.



A pesar de esto, del análisis se desprende la necesidad de mejorar e innovar en los espacios educativos actuales, de manera que contribuyan al fortalecimiento de la educación pública y faciliten el aprendizaje. Los parámetros de las dimensiones de aulas, bibliotecas, Centros de Recursos de Aprendizaje, comedores, cocinas, gimnasio, multideportivos, etc., por alumno, deben ser considerados al momento de ser concebidos.

Un hallazgo sobresaliente es la estimación del déficit actual para lograr un régimen universal de Jornada Escolar Completa. Para cerrar la brecha actual, es necesaria la materialización de 5.717 aulas y, si se hiciese extensivo para todo los niveles de enseñanza, serían 16.233 aulas.

A modo de recomendaciones, el Ministerio de Educación debe realizar una priorización en los ámbitos de inversión que desea implementar como primera etapa y, asimismo, deberá seleccionar los establecimientos que desea fortalecer en primer lugar. Los datos muestran que son aquellos establecimientos que tienen cobertura de servicios educativos para todos los ciclos los que deberían ser intervenidos en primer lugar. Dentro de estos, los establecimientos más vulnerables serían los grupos focales.

El instrumento de financiamiento de las inversiones podría ser el FNDR o los fondos sectoriales, que deberían estar disponibles una vez que se produzcan las modificaciones de propiedad de los inmuebles, hoy en manos de los sostenedores municipales. La modalidad de abordaje de la implementación de los planes de inversión sería gradual y abrirá discusión sobre la estructura institucional para realizar la gestión de inversiones.

Ahora, los mecanismos más efectivos para cerrar brechas de necesidades para mejorar procesos educativos son los programas focalizados. Asimismo, cuando la implementación del programa se haga por etapas, debe definir criterios de selección y priorización de establecimientos para cada etapa. También, convendrá indicar los requisitos y obligaciones que tendrá el sostenedor de los establecimientos que deseen participar del programa. Corresponderá, además, indicar si habrá restricciones de financiamientos y los mecanismos de traspaso y control de los recursos. Igualmente, se debe establecer requisitos técnicos de los proyectos, plazos de ejecución e instrumentos de formalización de compromisos y transferencias de recursos.

TABLA 10.1
Requerimientos de Infraestructura Educacional
Millones de dólares

Intervención	2016-2020	2016-2025
Aulas a Ampliar	196	2.250
Aulas a Rehabilitar (50% Aulas Disp)	263	1.995
Mejoramientos de Espacios Educativos	361	2.745
Comedores y Cocinas	79	593
Gimnasios (Primera etapa 1000)	408	816
Término de la JEC	326	652
Diseño e Implementación	442	884
Mobiliario y Equipamiento (5%)	104	450
Inversión total	2.179	10.385

Fuente: Elaboración propia.



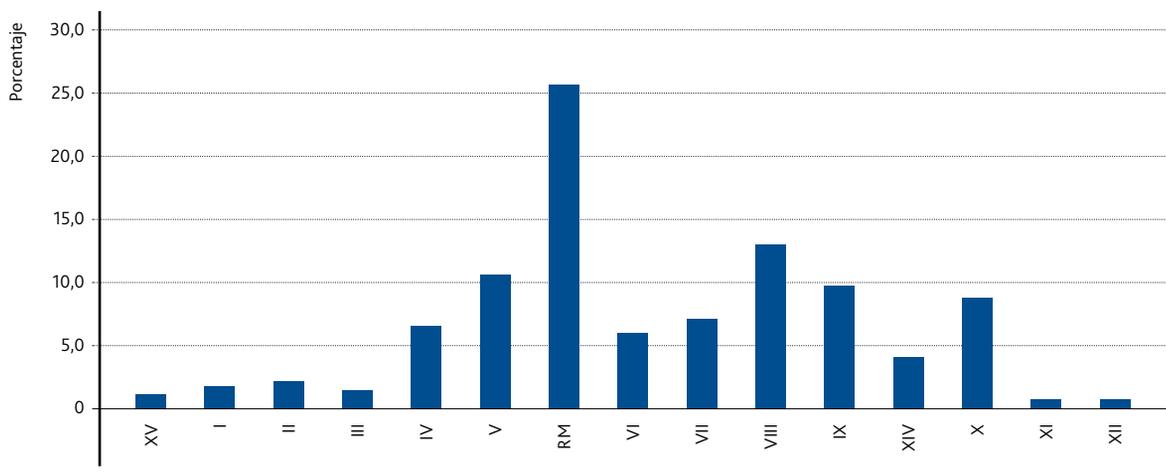
2 | RESEÑA DEL SECTOR

EL SISTEMA EDUCACIONAL

El sistema de educación escolar chileno está concebido como un sistema de naturaleza mixta, con tres ciclos (parvulario, básico y medio), que se gestiona incluyendo una parte de propiedad y administración del Estado (pública), y otra particular, sea esta subvencionada o pagada, asegurándole a los padres y apoderados la libertad de elegir el establecimiento educativo para sus hijos (Art. 4 de la Ley General de Educación, en adelante LEGE).

La provisión de servicios educativos escolares con financiamiento público es realizada por sostenedores¹ y funciona bajo la lógica de un subsidio a la demanda, donde los padres pueden escoger el establecimiento educativo para sus hijos entre prestadores con financiamiento estatal total o parcial del servicio. Las familias que no pueden cofinanciar los servicios educativos disponen de establecimientos gratuitos en el régimen municipal. Hacia agosto del año 2015, el registro de información del Ministerio de Educación (Mineduc) indica la existencia en el país de un total de 12.001 establecimientos educacionales, con una matrícula total de 3.548.736 alumnos.

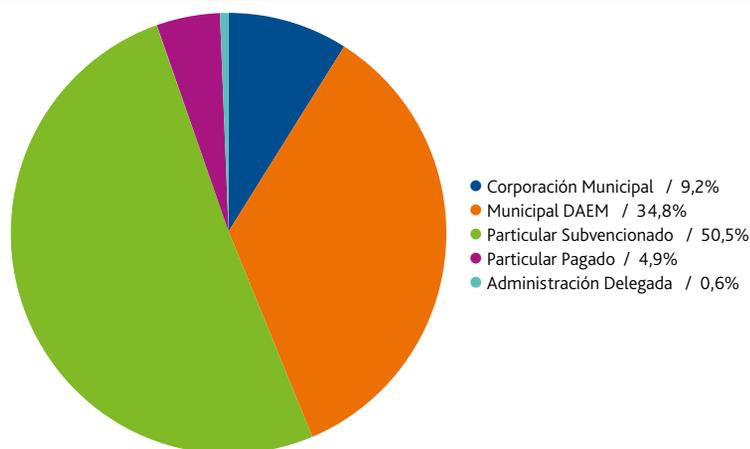
FIGURA 10.1
Distribución establecimientos según región, agosto 2015



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

¹ Esta descripción temporal a la fecha del presente estudio incluye a los Departamentos de Administración de Educación Municipal (DAEM), a Corporaciones Municipales y privados, y será modificada por el proyecto de ley que devolverá los establecimientos de dependencia municipal al Mineduc.

FIGURA 10.2
Distribución establecimientos según sostenedor, agosto 2015
 Porcentaje



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

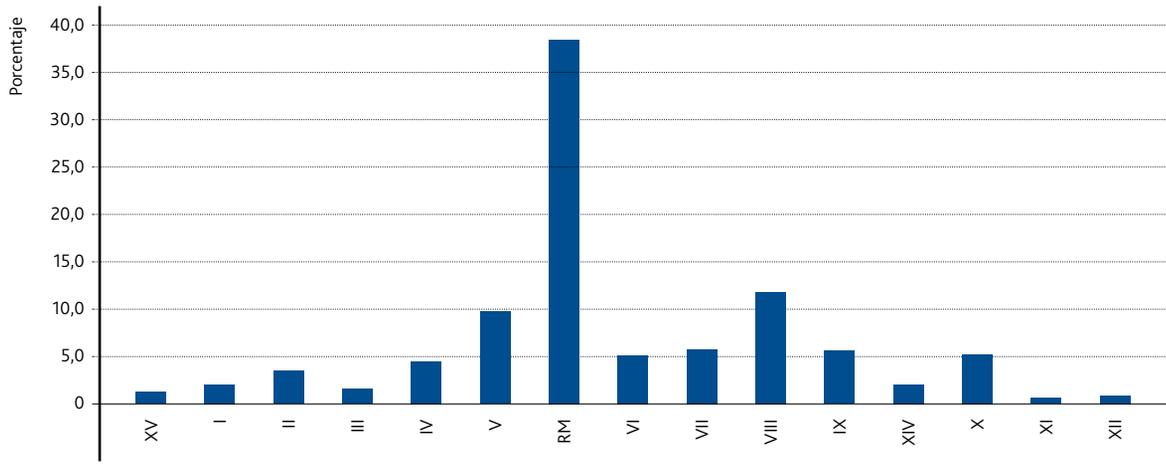
Existen establecimientos de administración delegada (70 establecimientos) que corresponden a colegios de Enseñanza Técnico Profesional de propiedad del Mineduc, que están entregados en administración a corporaciones privadas sin fines de lucro. Se tiene también establecimientos bajo administración de corporaciones municipales (1.101 establecimientos), que corresponden a colegios traspasados a municipios o corporaciones, que gestionan los servicios educacionales a través de una institución de derecho privado, quien cumple el rol de sostenedor.

Los establecimientos bajo administración municipal administran los servicios educacionales por vía de los departamentos de administración escolar municipal, DAEM (4.178 establecimientos), donde usualmente el rol de sostenedor lo ejerce el Director del DAEM por delegación del Alcalde. Los establecimientos bajo administración de privados, con financiamiento operacional público, son otra modalidad de prestación de servicios educacionales (6.060 establecimientos). El rol de sostenedor lo ejerce un privado. Finalmente, encontramos 592 establecimientos educativos particulares que corresponden a la oferta privada, normalmente conocidos como colegios particulares, los cuales educan solo con financiamiento de padres y apoderados.

Cabe mencionar que el Sistema Escolar está próximo a una transición. Según la LEGE, a partir del año 2017, el esquema de organización del sector de educación escolar quedará estructurado en un formato de 6 años, tanto para Enseñanza Básica como Enseñanza Media (Artículo transitorio N° 8 LEGE).

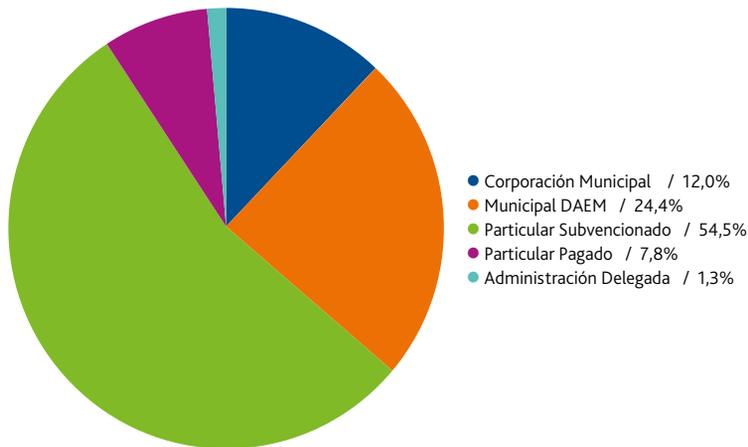


FIGURA 10.3
Distribución matrículas según región, agosto 2015



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

FIGURA 10.4
Distribución matrículas según sostenedor, agosto 2015
Porcentaje



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO

El sistema de educación escolar chileno está regulado por un conjunto de normas² legales de diverso rango. Los principios fundamentales del sistema se consagraron en la Constitución Política de 1980, que fue posteriormente modificada mediante la Ley N° 19.876/2003 y en la Ley N° 20.370/2009 (LEGE). Esta última ha fijado la nueva institucionalidad para la Educación Básica y Media. En Chile, los documentos que regulan los requisitos normativos sobre la infraestructura escolar tienen origen multisectorial, y se expresan a través de un conjunto de Decretos y Resoluciones de distintos Ministerios. A continuación presentamos una visión resumida de sus contenidos:

Decreto N° 548 de MINEDUC

El DS N° 548/1988, modificado por los DS N° 143/2012, tiene por objetivo fijar los requisitos normativos mínimos de planta física que deben cumplir los locales educacionales para ser reconocidos como cooperadores de la función educacional del Estado, según los niveles y modalidades de enseñanza que impartan. Los contenidos de esta norma sectorial regulan los siguientes ámbitos: formato de los locales escolares; los requisitos normativos de infraestructura; condiciones de terrenos; emplazamiento en relación a su entorno; áreas y recintos mínimos del programa arquitectónico del establecimiento; requisitos de materialidad; exigencias de estado de la infraestructura; y condiciones de seguridad y mobiliario.

Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC)

El DS N° 47/1992 y sus modificaciones fijan normativas generales sobre las condiciones de entorno y aspectos técnicos que deben cumplir, tanto los locales educacionales como los hogares estudiantiles, para poder contar con la recepción municipal que permita la operación de estos. Con respecto a las condiciones de entorno, la OGUC exige el cumplimiento del Plan Regulador Comunal (cuando existe) en cuanto al uso de suelos y estudios de impacto sobre el barrio para algunos proyectos de infraestructura educacional. En los aspectos técnicos fija los siguientes requisitos mínimos: condiciones de iluminación; ventilación de espacios educativos; volúmenes de aire; superficies de patios (abierto y techado); servicios higiénicos; dimensión de circulaciones horizontales y verticales; y condiciones de seguridad para evacuación.

Reglamento Condiciones Sanitarias Establecimientos Educacionales (Decreto 289/89 de MINSAL)

El Reglamento sobre Condiciones Sanitarias de Establecimientos Educacionales tiene por objeto establecer las condiciones sanitarias mínimas que deben cumplir los establecimientos educacionales, sin perjuicio de las disposiciones de la OGUC, las normas del MINEDUC en la materia y la Ley 17.301 que creó la Junta Nacional

2 Los cuerpos legales que regulan al sector educación son 13 cuerpos legales expresados como leyes de la nación y 3 DFL. Además, hay 22 DS que complementan los cuerpos legales antes mencionados.



de Jardines Infantiles. Básicamente, la norma indica que todo edificio que se construya o se destine a establecimiento educacional debe contar, previo a la explotación, con un informe favorable del respectivo Servicio de Salud.

Con respecto a las condiciones sanitarias, regula el emplazamiento en relación a: focos de riesgo sanitario; las vías de evacuación; la seguridad contra accidentes con energía eléctrica; el abastecimiento y estanques de almacenamiento de agua; el manejo de aguas servidas; los requerimientos de servicios higiénicos por tipos de usuarios en los establecimientos escolares; la localización de soluciones particulares de alcantarillado y manejo de residuos sólidos; y normas de higiene en los sectores de alimentación.

También existen otros cuerpos normativos que contienen elementos regulatorios a tener presente en el proceso de diseño de establecimientos educacionales. El primero es el DS N° 594/2000 que regula las condiciones sanitarias y ambientales de los lugares de trabajo. Este Reglamento da indicaciones sobre materialidades de los espacios de trabajo, así como las necesidades mínimas de recintos para los trabajadores.

El DS N° 977/97 de MINSAL corresponde al Reglamento Sanitario de los Alimentos, que establece condiciones sanitarias para los espacios de manipulación de alimentos.

El Decreto N° 50 del MOP de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado agrega requerimiento de seguridad contra incendios para los establecimientos escolares.

Reglamento Medio Ambiente

La Ley 19.300 indica los requerimientos en términos evaluativos que deben cumplir las iniciativas de inversión en materia de Medio Ambiente. La experiencia señala que la mayor parte de la inversión educativa se realiza en áreas reguladas, donde no existen demandas especiales en términos ambientales por parte de estos proyectos.

En los casos de proyectos educacionales que implican reposición con relocalización fuera de los espacios comunales regulados, se deben realizar las actividades que exija para el evento la autoridad ambiental.

Decreto N° 1 de MINEDUC

El Decreto N° 1 establece normas para la integración social de personas discapacitadas en el Sistema Escolar Nacional. Las escuelas de integración requieren de soluciones de infraestructura que faciliten el proceso educativo a los discapacitados.

En cuanto a las fuentes de financiamiento, existen diversas líneas de programa, provenientes de fondos regionales y sectoriales, que se dedican a proyectos específicos, de acuerdo a la planificación del MINEDUC y de las entidades locales.

TABLA 10.2
Resumen institucionalidad normativa de infraestructura

Condiciones	DS 548/88 MINEDUC	DS 47/92 OGUC	DS 289/89 MINSAL	DS 977/96 MINSAL	DS 594/00 MINSAL	DS 50/02 MOP	Ley 19.300 M. AMB.	Decr. 1 MINEDUC
Terreno y situación de riesgo	Situaciones peligrosas para usuarios						No contiene regulación sobre infraestructura	
Entorno y situación de riesgo	Emplazamiento seguro	Uso de suelo educacional Emplazamiento seguro	Emplazamiento seguro					
Habitabilidad	Iluminación/ventilación Temperatura/volumen de aire Recintos mínimos	Temperatura/volumen de aire Características de los recintos		Iluminación/ventilación	Iluminación/ventilación			Recinto para alumnos de integración
Seguridad	Materialidad Ubicación Circulación/salidas al exterior	Incendios Circulación/salidas al exterior	Art. electr. Salidas al exterior		Materialidad Salidas al exterior	Incendios		
Salubridad	Servicios de higiene Comedor y cocina Agua potable y alcantarillado	Servicios de higiene	Servicios de higiene Comedor y cocina Agua potable y alcantarillado	Cocina Agua potable y alcantarillado	Servicios de higiene Comedor y cocina Agua potable y alcantarillado	Agua potable y alcantarillado		

Fuente: Elaboración propia.

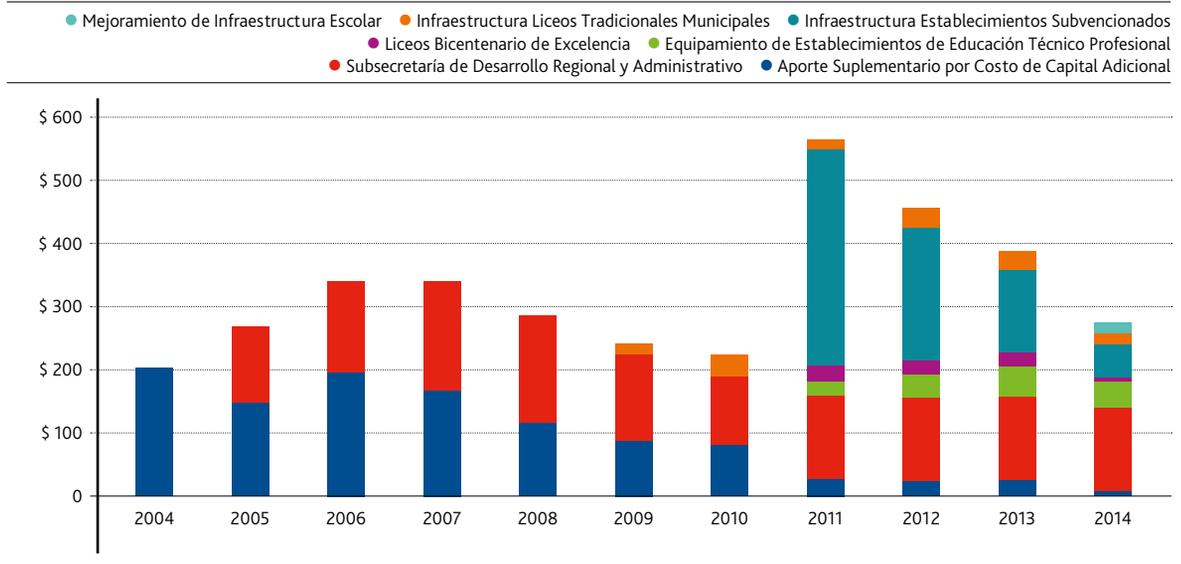
TABLA 10.3
Fuentes de financiamiento de inversiones educativas

	Sector Subvencionado			DL 3.166 Sistema de Administrac. Delegada
	Corporación Municipal	Municipios	Particulares Subvenc.	
Aporte Suplementario por Costo de Capital Adicional (Ley 19.532)	■	■	■	
FNDR (Libre disposición, FIE, Emergencia, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo PMU)	■	■		
Equipamiento de Establecimientos de Educación Técnico Profesional	■	■	■	
Liceos Bicentenario de Excelencia	■	■	■	
Infraestructura Establecimientos Subvencionados (Reconstrucción Terremoto 27F)	■	■	■	
Infraestructura Liceos Tradicionales Municipales (Decreto 680)	■	■		
Mejoramiento de Infraestructura Escolar Pública	■	■		
Infraestructura, Maquinas y Equipos Est. DL 3.166				■

Fuente: Mineduc.

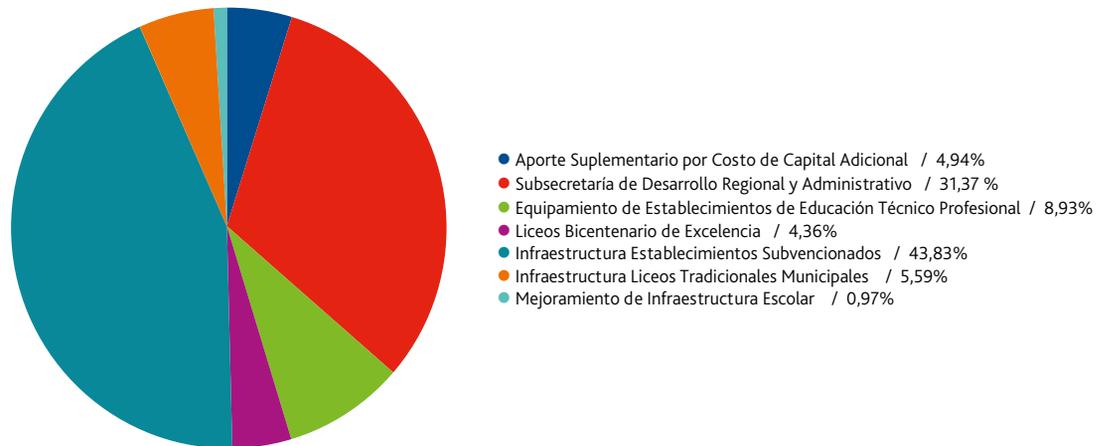


FIGURA 10.5
Inversión 2004-2014 por línea de financiamiento
 Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia, según leyes de presupuesto 2004-2014.

FIGURA 10.6
Porcentaje del total de inversión por línea de financiamiento (2011-2014)



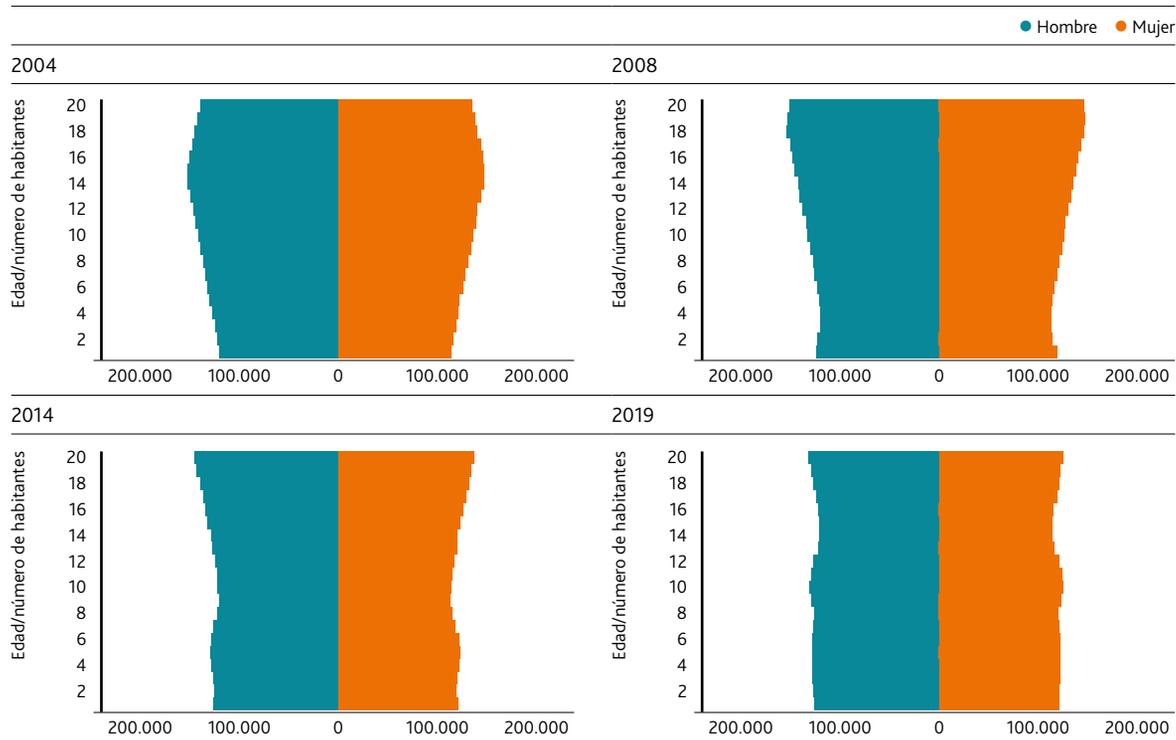
Fuente: Elaboración propia, según leyes de presupuesto 2001-2014.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y ESCENARIO FUTURO

Las bases de información poblacional proyectada para los períodos 2004, 2008, 2014 y 2020 del Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE) indican la siguiente distribución etaria para la población en edad escolar:

FIGURA 10.7

Población de 19 años y menos



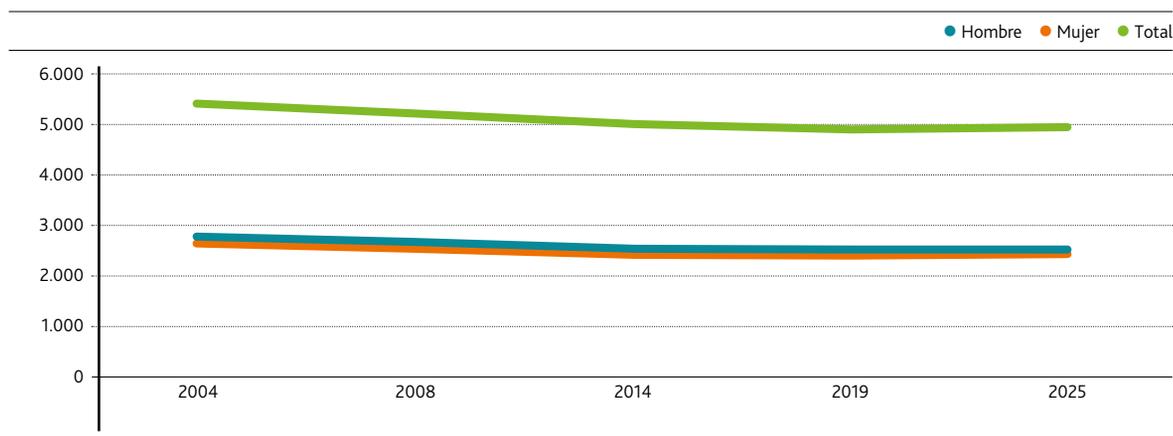
Fuente: INE.

En relación a la evolución del total de la población en edad escolar, según los datos y estimaciones provistos por el INE³, la población de niños y jóvenes de 0 a 19 años va decreciendo en el tiempo. Partiendo en el año 2004, con un total de 2.663.774 mujeres entre los 0 y 19 años, se estima que para el año 2025, la población de este intervalo de edad será de 2.442.458, lo que representa una disminución de 8,31%. Para el caso de los

3 Documentos: "Proyecciones de población 2014" y "Chile Proyecciones y Estimaciones de Población 1990-2020, País y Regiones".



FIGURA 10.8
Evolución del total de población en edad escolar, entre 0 y 19 años
 Miles



Fuente: INE.

hombres, en el año 2004 se tenían 2.770.107, entre las edades de 0 y 19 años, y para el año 2025 se estima un total de 2.534.824, lo que representa una disminución de 8,51%. La disminución total de la población en edad escolar es de 8,41% en el periodo 2004-2025.

Se observa una población en edad escolar a la baja, hecho que permitiría desde la mirada de inversiones, intervenciones sobre edificios existentes que modifiquen su planta física para incorporar nuevos espacios educativos, mejorar estándares antes que modernizar la infraestructura escolar vía las tradicionales reposiciones de establecimientos existentes. Por otro lado, la evolución de la población escolar adscrita a los establecimientos permitirá monitorear el status de los estándares de espacios educativos para el horizonte del proyecto.

Estándares de superficie

Ahora, una de las características que evidencia el desarrollo de la gran mayoría de los proyectos de infraestructura escolar a nivel nacional es el apego a estándares mínimos de superficie por alumno, según lo expresado en los cuerpos normativos. Tanto para el sector municipal como para el sector particular subvencionado, no existen incentivos a superar los estándares mínimos normativos. La experiencia de los programas de inversión pública muestra que los estándares de la reglamentación vigente han sido considerados como valores máximos.

En este contexto, la discusión sobre las características que tendrán las escuelas, liceos y colegios para el futuro pasa fundamentalmente por aumentar los estándares normativos. Los países de la OECD muestran

en general coeficientes de superficie por alumno mayores⁴, en las aulas y en los otros espacios de apoyo educativo⁵. Además, varios de ellos muestran tamaños de cursos bastante menores a los del sistema educativo chileno.

Países como Alemania, Canadá, Estados Unidos y Corea tienen indicadores superiores a 2 m²/alumno en el aula. Este coeficiente impacta significativamente en la superficie final a edificar en un establecimiento educacional y, consecuentemente, en el costo de la inversión. En el caso que la escuela de futuro disponga de cursos de tamaño no superior a 25 alumnos⁶, también habrá incrementos de superficie edificada por este concepto, hecho que presionará los costos operacionales, restricción bastante más potente que la dimensión inversión, por su permanencia en el tiempo.

Por ejemplo, si intentamos avanzar hacia mejores estándares de superficie unitaria por alumno, para el caso de un colegio de dos cursos por nivel, desde el primer nivel de transición a cuarto medio (1.160 alumnos), incrementar el estándar de aula desde 1,1 m²/alumno a 2,3 m²/alumno para pre-básica y 2 m²/alumno para enseñanza básica y media, implica aumentar la superficie edificada en 57% y el valor del proyecto casi en el mismo porcentaje. Esto significa llegar al estándar piso de la OECD. En el caso de los incrementos de los coeficientes de alumno/m² para los espacios de talleres, CRA, Sala de informática, etc., el incremento adicional de tamaño es del orden de 15%.

Las proyecciones muestran, con respecto al gimnasio como espacio educativo, que las expansiones útiles para realizar múltiples actividades deportivas podrían impactar de forma significativa en la superficie a edificar. Las regulaciones actuales hablan de un espacio abierto de 540m². Asumir una recomendación de al menos 800 m² bajo el formato de gimnasio, agrega un crecimiento de 24% en la superficie edificada. Disponer de un formato de carpeta para dos disciplinas deportivas simultáneas, implica disponer de 1200 m², más los espacios de apoyo proporcionales de vestuarios, duchas y servicios higiénicos. Esta última propuesta significa incrementar la superficie total del establecimiento en alrededor de 35%. No hay un estudio de casos de los efectos de adecuadas instalaciones deportivas sobre conductas de riesgo en adolescente. Sin embargo, algunas experiencias en Brasil indican que los costos asociados a implementar estas inversiones son rentables socialmente al reducir conductas de alcoholismo, drogadicción, delitos y violencia.

-
- 4 El coeficiente de superficie por alumno en Alemania es de 2,5 m²/alumno; en Canadá es de 3 m²/alumno; en Estados Unidos es de 4 m²/alumno; y en Corea es de 5,2 m²/alumno.
 - 5 Al considerar el coeficiente global de superficie por alumno, los países de la OECD, tiene un valor mínimo de 8 m²/alumno. En Chile el valor está entre los 2,7 y 3,5 m²/alumno.
 - 6 En los países de la OECD, el número promedio de alumnos por sala es de 24. En Chile es, considerando todos los sectores, 30 alumnos por aula, según "Education at a glance", 2014.



Espacios educativos

Los establecimientos de educación escolar deben ser capaces de incorporar a sus programas arquitectónicos innovaciones a las configuraciones de las escuelas existentes en las siguientes dimensiones: espacios educativos; mejoramiento de los estándares de dimensionamiento; y cambios en la materialidad de los establecimientos, en función de lograr el cumplimiento de normas de eficiencia energética.

Con respecto a los espacios educativos, se debe tener presente que una mirada de futuro no significa solamente incorporar nuevos espacios, incrementando las superficies edificadas en términos globales, sino lograr por vía de un diseño adecuado de espacios, soluciones polifuncionales compatibles con la eficiencia y eficacia de uso de la infraestructura escolar. Este diseño de espacios multifuncionales puede dar solución a multiactividades provenientes tanto de las demandas curriculares como de uso de la comunidad escolar.

En relación a los estándares de dimensionamiento, las normas regulatorias vigentes de infraestructura establecen coeficientes técnicos mínimos, que en la preparación y ejecución de proyectos durante la última década, han sido considerados como coeficientes máximos. Ajustar los estándares, siguiendo a los miembros de la OECD como referentes, implica por un lado, un incremento de capital en la industria educativa subvencionada, pero, por otro, en términos de beneficios, implica contar con mejores espacios, mayor variedad y mejores condiciones de operación, hechos que dan réditos a toda la comunidad educativa.

En lo que concierne a lograr establecimientos que avancen en mejorar las condiciones de eficiencia energética, a la fecha hay solo recomendaciones no obligatorias en la documentación técnica sectorial. Solo puede hacerse exigible este tipo de condiciones por vía de una dinámica de financiamiento que imponga cumplimiento de recomendaciones internacionales o nacionales en el tema. Los establecimientos del futuro deberían mostrar espacios educativos adicionales. En función de los trabajos realizados en Chile para las “Escuelas Bicentenario” y otros documentos de propuestas de futuro del Mineduc, se ha elaborado una propuesta preliminar de establecimientos educativos para el próximo decenio.

Contenidos de la escuela básica proyectada

Una escuela que integra la enseñanza pre-básica y la básica (en los niveles de 1° y 2° de EB) hace posible que no existan diferencias significativas en términos de espacios educativos entre la escuela de hoy y la proyectada para el año 2025. Sin embargo, en la perspectiva de futuro, el crecimiento de superficie edificada proviene de disponer de mejores estándares de superficie por alumno para la sala de clases de pre-básica y enseñanza básica.

Incrementar el espacio de salas de clases desde 1,1 a 2 m²/alumno en enseñanza básica y de 1,1 a 2,3 m²/alumno en educación pre-básica implica un crecimiento de 35,6% del tamaño del proyecto. Sobre el espacio deportivo, la Ordenanza General de Construcción y Urbanismo (OGUC) hoy solo exige una superficie de 540 m² para la realización de actividades deportivas. La escuela proyectada del futuro debiera tener como estándar un espacio de 800 m², sobre la base de un formato de gimnasio equipado. Actualmente, algunos

establecimientos han incorporado opciones intermedias, que van desde el requerimiento básico de techado, hasta cerramientos totales del espacio destinado a las actividades deportivas⁷. La propuesta programática al año 2025 del Mineduc sugiere un crecimiento marginal del espacio educativo para actividades físicas de 13%.

El espacio destinado a estacionamiento, siempre obviado, ha pasado a tener una importancia relativa, por lo que debe ser considerado entre los espacios en el diseño de un proyecto educativo.

Contenidos del liceo proyectado

La variedad de espacios educativos asume la provisión de servicios educacionales para la enseñanza media en la modalidad científico-humanista. La modalidad técnico-profesional tiene características propias por cada especialidad, escenario que no se considera para este caso. Los espacios adicionales se agregan al formato tradicional de establecimientos de enseñanza media incrementando la variedad de espacios programáticos. Estos espacios son adicionales a los que indican las normativas vigentes⁸. En este caso, hay un mayor número de espacios educativos que incrementan en forma global el estándar de superficie por alumno, aumentando la superficie a edificar.

Organización funcional y espacios comunitarios

La organización funcional de los espacios debe agregarse de acuerdo a criterios de flujos de agentes internos y externos al establecimiento, favoreciendo la separación entre los espacios públicos y los privados. Esta distribución espacial de los recintos está condicionada a las recomendaciones normativas y a las características del terreno en que se emplaza el establecimiento.

En este contexto, el concepto de “Escuela Abierta a la Comunidad” potencia y optimiza la gestión del inmueble, al lograr un emplazamiento de los distintos espacios arquitectónicos en función de acercar su uso a la comunidad. De esta forma, se optimizan las condiciones de seguridad, mantenimiento y operación del establecimiento escolar y, por otro lado, se maximiza el uso de la infraestructura en actividades de alfabetización digital, deportivas y culturales, para toda la comunidad educativa. Los espacios que deberían considerarse de uso comunitario podrían ser los siguientes: Sala de informática, Multitaller, Multicancha, Biblioteca, Anfiteatro, Comedor.

7 Los espacios para actividades deportivas lectivas no tienen que estar necesariamente dentro del local escolar. En caso que se desee utilizar espacios deportivos fuera del establecimiento educativo, es necesario contar con la autorización de los padres y el Director del establecimiento debe asumir la responsabilidad de los traslados.

8 DS 548/88, DS 47/92, DS 289/89, DS 977/96, DS594/00, DS 50/02, Ley 19.300 y DS 1/98.



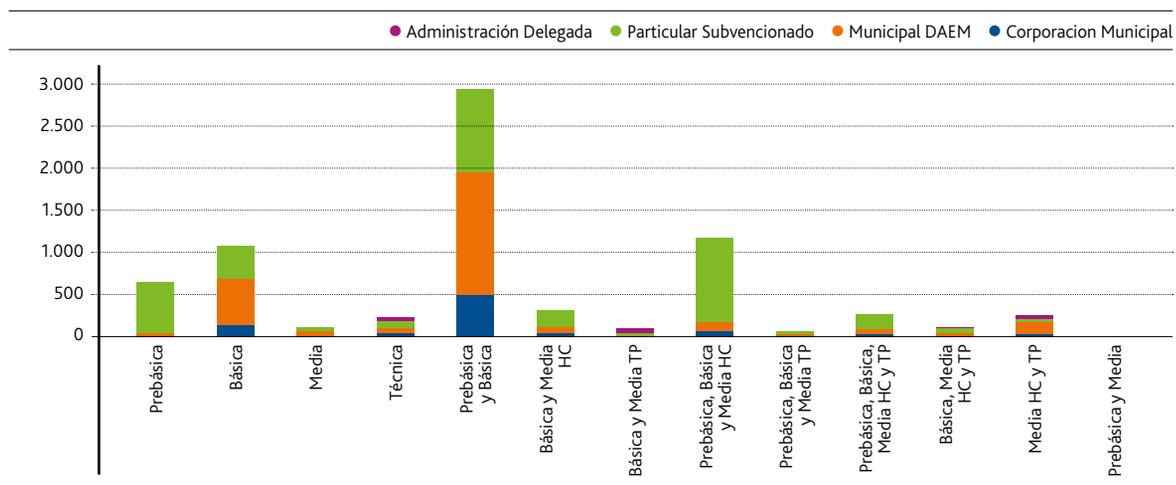
3 | SITUACIÓN ACTUAL Y CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

Para efectos de este estudio, se hará foco solo en la educación escolar diurna de modalidad Pre-Básica, Básica, Media y Técnico Profesional (TP). No se considerará la educación particular pagada, especial, de adultos, como tampoco los establecimientos multigrado⁹. Esta focalización implica rebajar el número de establecimientos totales de 12.001 a 7.205. En términos de matrícula, estamos bajando desde 3.548.736 alumnos a 2.873.917.

Así, para efectos de inferir necesidades de infraestructura escolar para los 7.205 establecimientos en análisis, se hace necesario reclasificarlos según las modalidades o tipos de enseñanza que imparten. Los requerimientos de infraestructura escolar mínima para efectos del reconocimiento oficial implica a los establecimientos distintos requisitos de espacios educativos.

FIGURA 10.9
Establecimientos educacionales, por modalidad de enseñanza

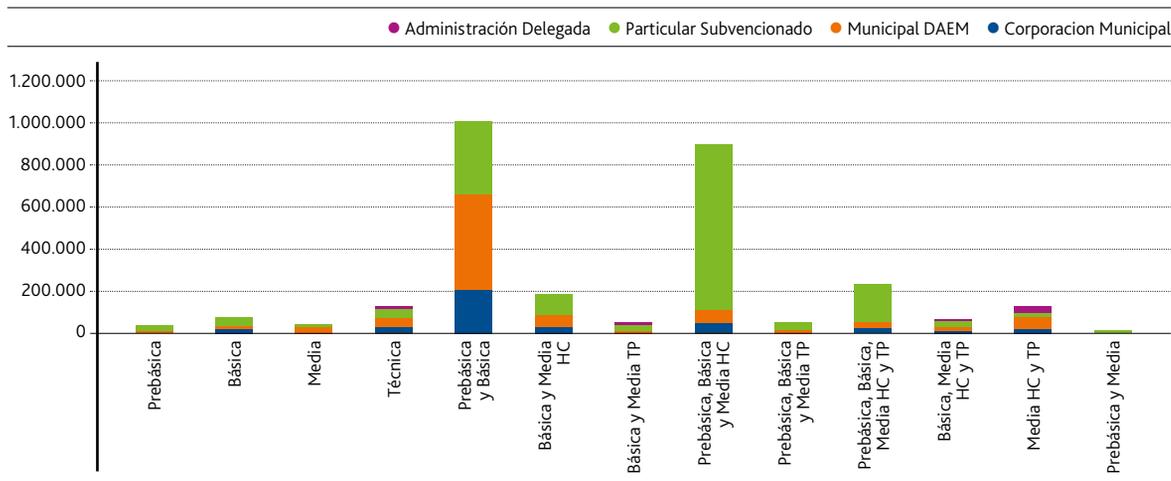


Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

La modalidad Pre-básica y Básica, Pre-básica, Básica y Media junto a Básica sola, predominan a nivel de número de establecimientos educativos. No obstante, para tener una comprensión total del problema es necesario analizar esta misma información a nivel de matrícula.

9 Los establecimientos multigrados corresponden a escuelas que concentran en una sala distintos niveles educativos.

FIGURA 10.10
Matrícula de establecimientos, por modalidad de enseñanza



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

Casi 74% del alumnado se concentra en las modalidades de Pre-básica, Pre-básica, Básica y Media y, Pre-básica, Básica, Media TP y HC. Por lo tanto, los establecimientos educativos que tienen solo enseñanza Pre-Básica o Básica, si bien representan 24% del número total de establecimientos, en términos de matrícula solo representan 3,9%.

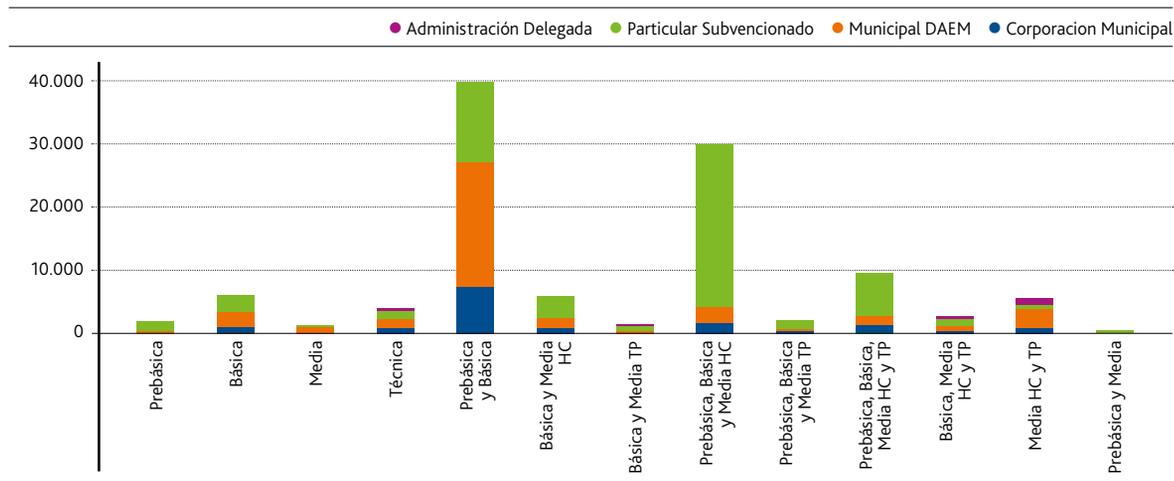
Otro aspecto que se observa es el perfilamiento de las demandas educativas de las familias. Estas prefieren los establecimientos que permiten cerrar los ciclos educativos. Cerca de 35% de la matrícula estudia en establecimientos que poseen enseñanza Pre-Básica y Básica como ciclo educativo continuo. Otro 41%, estudia en establecimientos que ofrecen servicios educativos continuos desde Pre-Básico hasta 4° EM. El resto (21,15%), está en modalidades intermedias, que son opciones por realidades comunales o condiciones geográficas en el caso de regiones.

En este último grupo “Básica Media HC”, se encuentran los establecimientos emblemáticos de cada región, que cuentan con las matrículas más grandes. A modo de ejemplo, el Instituto Nacional, el Liceo Javiera Carrera, el Liceo Aplicación y el Internado Barros Arana llegan casi a los 11.000 alumnos. Estos cuatro representan 1,1% en número de establecimientos del grupo, pero contabilizan 5,7% de la matrícula. La mayoría de estos establecimientos tiene como restricción para ingresar al régimen de jornada escolar completa (JEC) la insuficiencia de terreno, situación de difícil solución en el mediano plazo.

De las bases de información del Mineduc, se ha determinado el número de cursos totales por tipo de sostenedor y nivel de enseñanza. Por número de cursos se mantiene casi el mismo ordenamiento de importancia o participación de las modalidades de enseñanza.

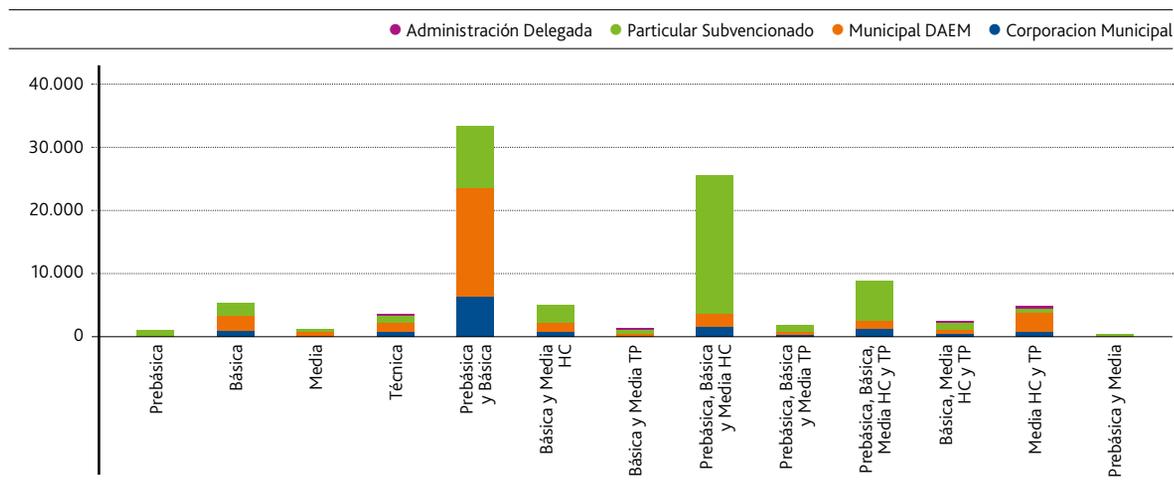


FIGURA 10.11
Cursos por tipo de sostenedor y nivel de enseñanza



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

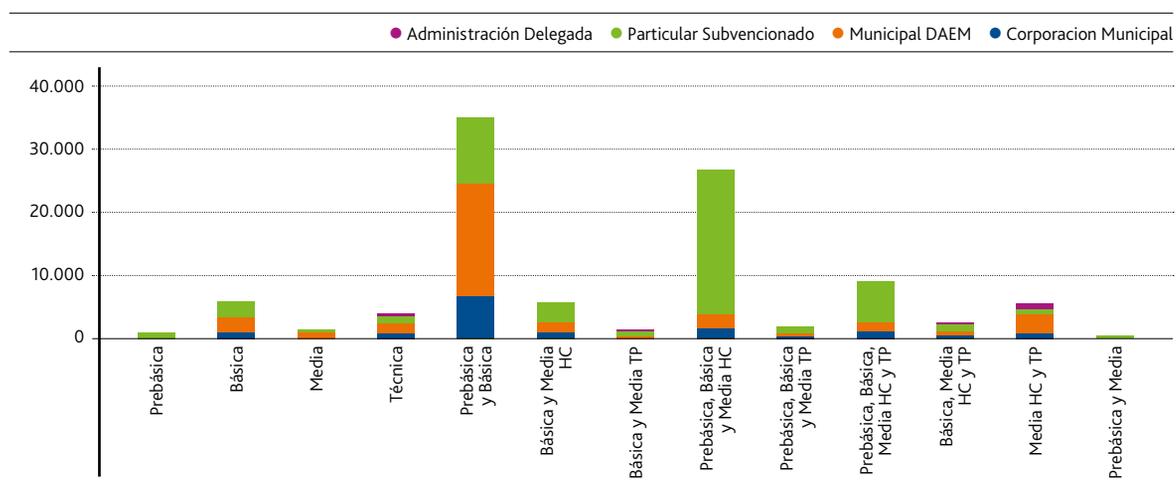
FIGURA 10.12
Aulas por tipo de sostenedor y nivel de enseñanza



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

Para la estimación del número de aulas se ha considerado los cursos en doble jornada y aquellos que están en jornada escolar completa. Se ha procedido a sumar los cursos en doble jornada y calcular la parte entera que resulta de aplicar el factor de 0,5 a la sumatoria de cursos operando en este régimen. Para las aulas operando en JEC, se ha procedido a la suma directa de los cursos en este régimen.

FIGURA 10.13
Aulas por tipo de sostenedor y nivel de enseñanza para JEC



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

Por lo anterior, para ingresar a JEC los cursos pendientes se debe materializar 5.717 aulas. En términos de superficie adicional, el ingreso a JEC conlleva como contribución directa 367.889 m² en un formato de aulas de 49,5 m²/aulas, con la circulación correspondiente. Adicionalmente, hay también otros espacios proporcionales al número de aulas que incrementan la superficie a edificar para cumplir las normativas vigentes¹⁰. Un régimen universal, para todos los niveles de enseñanza en jornada escolar completa, significa un déficit de 16.233 aulas.

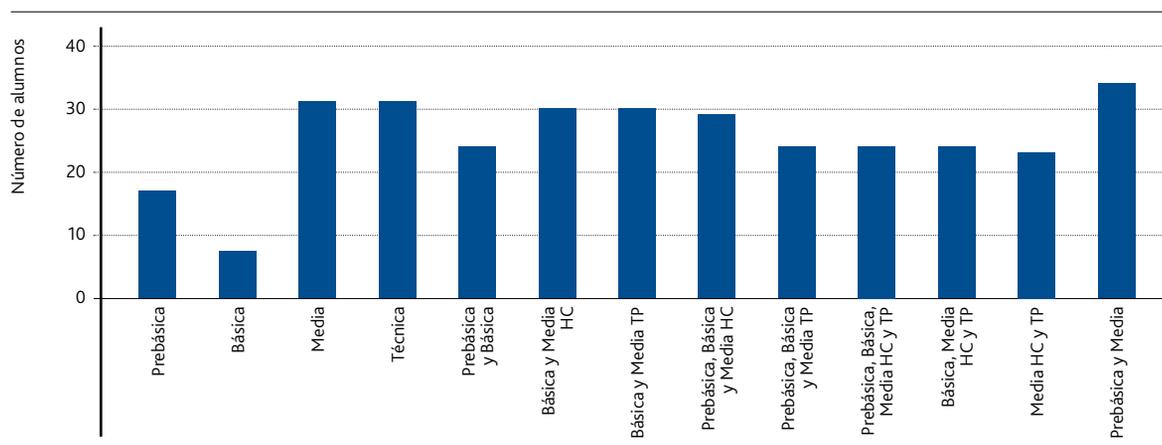
Ahora, la información muestra que hay una disminución en el número de alumnos por curso. Si se hace un análisis de mínimos y máximos, emergen para casos puntuales matrículas en el entorno de 40 alumnos por curso, pero se trata de situaciones excepcionales y no de la regla general. Si se afina la mirada sobre los establecimientos educativos que explican 96,2% de la matrícula del grupo en estudio, 2.766.595 alumnos (excluyendo

10 Las dotaciones de patios servicios higiénicos, etc., son proporcionales al número de alumnos por jornada. Por lo anterior, el incremento de superficies construidas para ingresar a JEC no son solo aulas y circulaciones directas. En este nivel de análisis de no es posible dimensionar las superficies aditivas totales por estos conceptos.



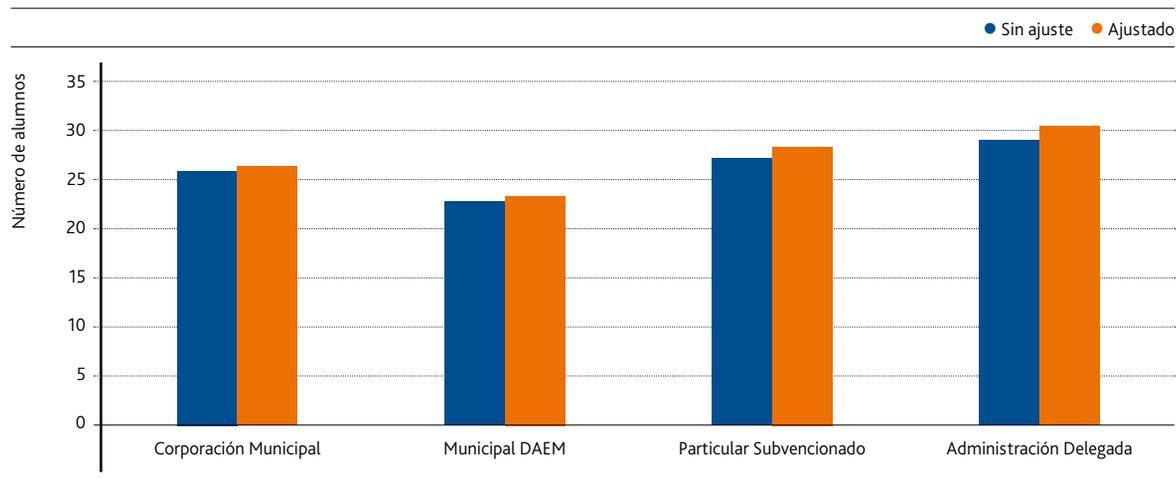
los colegios que dan solo Pre-Básica y solo Básica, que son 1.729 con 107.325 alumnos), se elimina el efecto del promediar los 1.729 establecimientos educativos de baja matrícula. Muestran además, valores más cercanos de número de alumnos por curso que se encuentra en la red escolar con financiamiento público.

FIGURA 10.14
Número de alumnos promedio/curso por nivel de enseñanza



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

FIGURA 10.15
Número de alumnos promedio/cursos según nivel de enseñanza y tipo de sostenedor



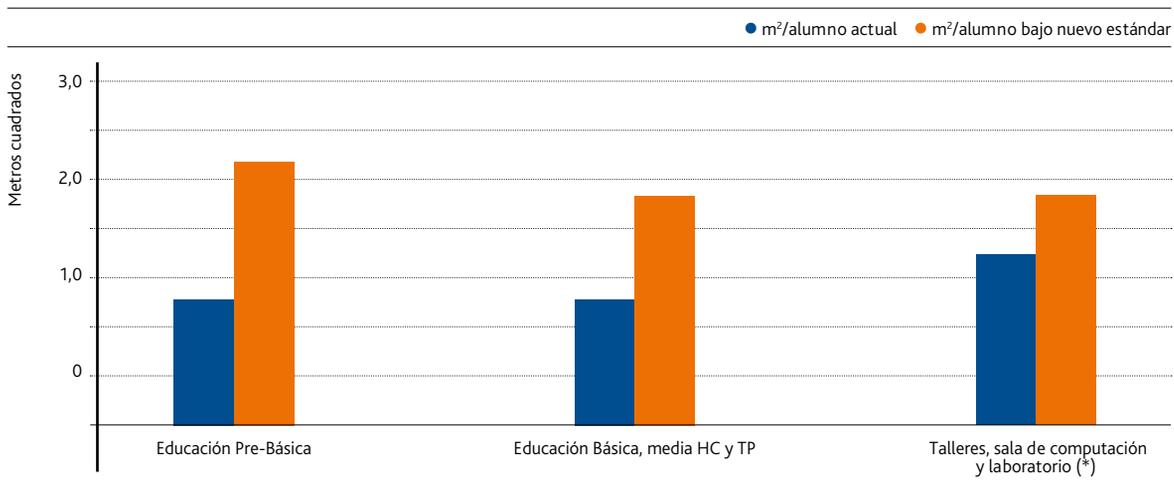
Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.

BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

Con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de la educación pública desde la dimensión de inversión en infraestructura, es clave el mejoramiento de los espacios educativos que facilitan los aprendizajes. Mejorar la calidad de estos espacios pasa por al menos tres aspectos: mejoramiento de los estándares de superficie de los espacios educativos (m^2 /alumno); agregar nuevos espacios educativos no incluidos en los programas vigentes; y mejorar las condiciones de habitabilidad y confort de estos.

Así, en primer lugar, el mejoramiento de estándares de superficie per cápita de espacios educativos existentes pasa por llevar el parámetro de 1,1 a 2,3 m^2 /alumno en Educación Pre-Básica, de 1,1 a 2 m^2 /alumno en Educación Básica, media HC y TP, 1,5 a 2 m^2 /alumno para talleres, sala de computación y laboratorio (solo Enseñanza Media) y, de 60 m^2 a un máximo de 220 m^2 de biblioteca o CRA, según un estándar de 0,2 m^2 /alumno. Adicionalmente, hay mejoramientos en los espacios de comedores y cocinas, que llevan el estándar de comedor a 1 m^2 /alumno en un formato de 3 turnos¹¹. La superficie de cocina se estima en 30% de la superficie obtenida para el comedor.

FIGURA 10.16
Comparación entre estándares actuales y nuevos estándares



Fuente: Elaboración propia, datos Mineduc.
(*) Solo Enseñanza Media.

11 El algoritmo de cálculo actual es 54 m^2 mínimo más 9 m^2 por aula sobre 4 aulas.

En lo que se refiere a nuevos espacios educativos, se propone como parte del programa obligatorio un gimnasio de 800 m². Hoy la normativa actual no lo exige y solo indica como espacio deportivo una multicancha de 540 m² para aquellos establecimientos con más de 135 alumnos.

Aulas

La ampliación de los tamaños mínimos de los espacios educativos implica un mejoramiento a los recintos educativos. El estándar más relevante a mejorar corresponde al parámetro de m²/alumno. Como se mencionó anteriormente, el piso de los países de la OECD es 2 m²/alumno. La OGPU fija el piso en 1,1 m²/alumno. Llevar este parámetro al piso OCDE implica sobre 1.650.000 m² totales.

TABLA 10.4
Incremento marginal por efecto mayor parámetro m² en Aula

Enseñanza	Matrícula Total Agosto 2015	Aulas 2015 Existentes	Nuevo Estándar Aulas (m ²)	Estimación Superficie Construida (m ²)	Ampliación Aulas nuevo formato (m ²)
Pre básica	35.337	961	91.876	44.951	46.925
Básica	75.209	5.344	195.543	250.076	-
Media	41.234	1.134	107.208	73.011	34.197
Técnica	127.714	3.492	332.056	224.796	107.260
Pre básica y Básica	1.011.445	33.044	2.629.757	2.127.466	502.291
Básica y Media HC	186.825	5.006	485.745	322.305	163.440
Básica y Media TP	36.335	1.061	94.471	68.311	26.160
Pre básica, Básica y Media HC	898.470	25.331	2.336.022	1.630.874	705.148
Pre básica, Básica y Media TP	51.560	1.845	134.056	118.756	15.300
Pre básica, Básica, Media HC y TP	230.435	8.746	599.131	563.101	36.030
Básica, Media HC y TP	54.646	2.070	142.080	133.274	8.805
Media HC y TP	124.505	4.890	323.713	314.805	8.908
Pre básica y Media	202	5	525	322	203
Total	2.873.917	92.926	7.472.184	5.872.049	1.654.668

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar la capacidad instalada se ha considerado las aulas existentes (92.926) y se ha considerado un tamaño de 36 m² para aulas de las modalidades solo Pre Básica y solo Básica, mientras que para los demás grupos de establecimientos se ha considerado el tamaño normativo de 49,5 m² (1,1 m²/al y 45 alumnos de capacidad).

El resultado indica un déficit de 1.654.668 m² a ampliar en establecimientos educacionales. Aparte de lo anterior, hay que agregar los costos de transformación de las aulas existentes al nuevo formato, costo más difícil de estimar en este nivel de elaboración de propuestas. Preliminarmente, se estima que al menos 50% de la superficie construida tendrá que ser intervenida para la adecuación al nuevo formato de Aula. Esto es 2.936.025 m².

Otros Espacios Educativos

Se presenta la información que permite comparar los estándares vigentes de infraestructura con las propuestas para los proyectos de futuro que el Mineduc está planteando para el año 2015. La ampliación de los tamaños unitarios significa una ampliación mínima de 85,8 m² para la enseñanza Pre Básica y 253,5 m² para la Enseñanza Básica.

TABLA 10.5
Incrementos efecto mayor parámetro Otros Espacios Educación Básica

Espacio Educativo	Requerim. Actual E. Básica	Estándar Oficial (m ² /alumno)	Tope (m ²)	Mínimo	Estándar Actual E. Básica (m ²)	Nueva Propuesta E. Básica	Incremento E. Básica (m ²)
Sala Pre básica	1 Sala por nivel	2,3	115,5	2,3	49,5	115,5	85,8
Taller o multitaller	Si aulas mayor que 3	2	90	60	67,5	90	29,25
Biblioteca o CRA	Si aulas mayor que 6	0,2	210	90	60	210	195
S. de Computación		2	90	60	67,5	90	29,25

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 10.6
Incrementos efecto mayor parámetro Otros Espacios Educación Media

Espacio Educativo	Requerim. Actual E. Media	Estándar Oficial (m ² /alumno)	Tope (m ²)	Mínimo	Estándar Actual E. Media (m ²)	Nueva Propuesta E. Media	Incremento E. Media (m ²)
Laboratorio taller	Solo en locales de hasta 4 aulas	2	90	60	67,5	90	29,25
Taller o multitaller	Si aulas mayor que 4	2	90	60	67,5	90	29,25
Laboratorio con gabinete	Solo en locales de más de 4 aulas	2	90	60	67,5	90	29,25
Biblioteca o CRA	Siempre	0,2	210	90	60	210	195
S. de Computación		2	90	60	60	90	39

Fuente: Elaboración propia.

La ampliación de los tamaños unitarios para la Enseñanza Media implica una extensión piso de 292,5 m².

TABLA 10.7
Incrementos totales por mayores parámetros Espacios Educativos

Enseñanza	Establec. Educativos	Superficie Adicional Pre-básica (m ²)	Superficie Adicional Básica (m ²)	Superficie Adicional Media (m ²)	Total (m ²)
Pre básica	643	55.169			55.169
Básica	1.086		275.301		275.301
Media	107			31.298	31.298
Técnica	217			63.473	63.473
Pre básica y Básica	2.952	1.001.614			1.001.614
Básica y Media HC	305		166.530		166.530
Básica y Media TP	54		29.484		29.484
Pre básica, Básica y Media HC	1.174	741.733			741.733
Pre básica, Básica y Media TP	64	40.435			40.435
Pre básica, Básica, Media HC y TP	254	160.477			160.477
Básica, Media HC y TP	90			49.140	49.140
Media HC y TP	258			75.465	75.465
Pre básica y Media	1			378	378
Total	7.205	1.999.429	471.315	219.753	2.690.497

Fuente: Elaboración propia.

El resultado indica que alcanzar los nuevos estándares de superficie para los espacios de talleres, laboratorio, CRA y sala de informática tiene un impacto incremental de 2.690.497 m². El coste de estos m² adicionales se hará a los precios vigentes en el mercado. Aparte de lo anterior, también hay que agregar los costos de transformación de sectores existentes al nuevo parámetro.

Además, entre los espacios de apoyo para funcionamiento de los locales escolares en régimen de jornada escolar completa, están los comedores y cocinas. El DS 548/88 indica que solo se puede exigir estos recintos cuando el local escolar considera la entrega del servicio de alimentación.

Además, la entrega del servicio de alimentación solo es exigible cuando el local escolar cuente con más de 4 aulas. El DS 548/88 no se pronuncia sobre el dimensionamiento mínimo. La OGUC solo especifica indicaciones de luminosidad natural mínima, sin sugerir parámetros mínimos en torno a capacidades. Las bases de los concursos de aporte de capital (Ley 19.532) contemplaron mediante el mecanismo de asignación de recursos para implementar la jornada escolar completa tamaños mínimos de 54 m² y máximo de 162 m² de comedor

para los establecimientos elegibles. Posteriormente, se modificó el financiamiento dejando un valor base de 54 m² para locales con 4 aulas, más un incremento de 9 m² por cada aula adicional, con un máximo de 270 m² como superficie total de comedor¹².

Usando la información del número de establecimientos según tabla 10.7, y una estimación del tamaño promedio del espacio comedor por modalidad de enseñanza, es posible obtener la capacidad instalada de superficie de comedores y cocinas.

TABLA 10.8
Estimación superficie de comedor y cocina por nivel de enseñanza (m²)

Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvenc.	Administrac. Delegada	Total Superficie Comedor	Superficie Cocina
Pre básica	0	0	0	0	0	0
Básica	9.882	35.154	29.232	0	74.268	22.280
Media	1.881	6.192	4.293	0	12.366	3.710
Técnica	6.732	15.246	11.952	2.484	36.414	10.924
Pre básica y Básica	66.825	182.700	108.756	0	358.281	107.484
Básica y Media HC	7.524	14.652	29.529	0	51.705	15.512
Básica y Media TP	1.296	1.530	7.659	108	10.593	3.178
Pre básica, Básica y Media HC	12.096	22.572	216.864	0	251.532	75.460
Pre básica, Básica y Media TP	1.944	3.933	7.776	0	13.653	4.096
Pre básica, Básica, Media HC y TP	6.912	12.312	35.640	0	54.864	16.459
Básica, Media HC y TP	2.898	6.696	9.504	90	19.188	5.756
Media HC y TP	6.480	30.456	6.804	5.670	49.410	14.823
Pre básica y Media	0	0	63	0	63	19
Total	124.470	331.443	468.072	8.352	932.337	279.701

Fuente: Elaboración propia.

Estimando la demanda de acuerdo a lo que sugiere el documento “Criterios de diseño para los nuevos espacios educativos 2015”, con un indicador meta 1 m²/alumno de comedor, suponiendo un régimen de 3 turnos por establecimiento, y una superficie de cocina y recintos de apoyo equivalente a 30% de la superficie del comedor¹³, se obtienen los siguientes resultados de requerimientos equivalentes a un incremental de 447.138 m² de comedor y 134.141 m² de cocina y espacios de apoyo.

12 Bases Séptimo y Octavo Concurso de Aporte de Capital Mineduc.

13 Documento “Criterios de diseño para nuevos espacios educativos”, Mineduc.



TABLA 10.9
Estimación superficie de comedor y cocina por nivel de enseñanza al 2025 (m²)

Enseñanza	Corporación Municipal	Municipal DAEM	Particular Subvenc.	Administrac. Delegada	Total Superficie Comedor	Superficie Cocina
Pre básica	0	0	0	0	0	0
Básica	12.008	35.828	32.318	0	80.153	24.046
Media	2.775	9.008	5.228	0	17.010	5.103
Técnica	10.125	22.290	16.545	3.413	52.373	15.712
Pre básica y Básica	95.078	258.533	142.043	0	495.653	148.696
Básica y Media HC	10.943	21.390	42.758	0	75.090	22.527
Básica y Media TP	2.310	2.123	11.340	143	15.915	4.775
Pre básica, Básica y Media HC	20.745	32.828	326.385	0	379.958	113.987
Pre básica, Básica y Media TP	3.968	5.985	17.715	0	27.668	8.300
Pre básica, Básica, Media HC y TP	16.103	19.823	95.265	0	131.190	39.357
Básica, Media HC y TP	4.283	10.125	16.530	113	31.050	9.315
Media HC y TP	10.718	45.225	9.908	7.493	73.343	22.003
Pre básica y Media	0	0	75	0	75	23
Total	189.053	463.155	716.108	11.160	1.379.475	413.843

Fuente: Elaboración propia.

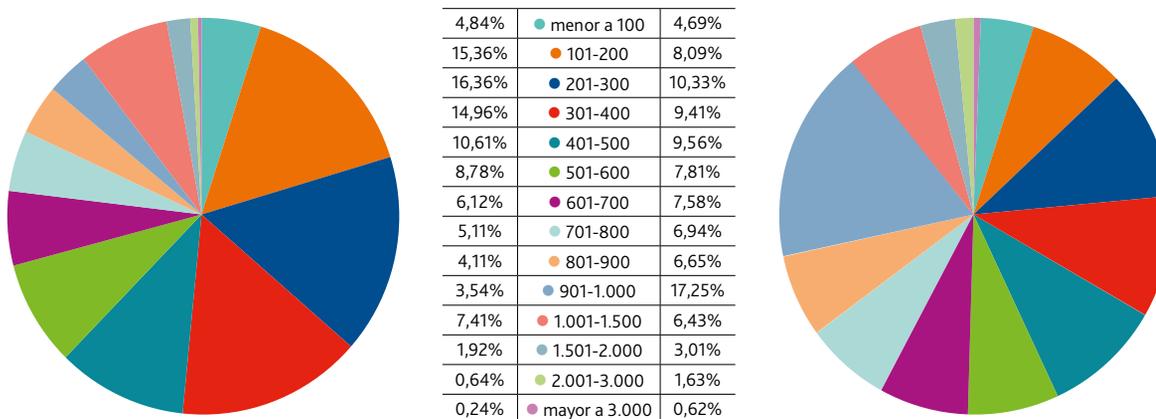
Gimnasio

La normativa actual indica como espacio normativo mínimo una multicancha de 540 m² para la realización de actividades deportivas. Las instalaciones complementarias como camarines, duchas, servicios higiénicos, están en apartados normativos de la OGUC. Durante las pasadas décadas, se han hecho esfuerzos por parte del Mineduc para financiar complementos como techumbres para las multicanchas, iluminación y equipamiento deportivo.

En el concepto más amplio, este espacio educativo puede pasar a ser parte de un espacio comunitario, como espacio de actividades deportivas y de recreación para toda la comunidad.

Para maximizar la utilización, hay que dotarlo de instalaciones completas, autosuficientes y de características de recinto cerrado, para permitir el uso todos los días del año. Esto significa migrar desde la multicancha techada a un gimnasio. El formato de gimnasio mínimo es de 800 m². Casi todas las multicanchas existentes en los establecimientos educativos, incluso aquellas techadas, necesitan de tal nivel de intervención, que lo invertido no es reutilizable. También, se debe tener presente que en la mirada de uso comunitario, el emplazamiento debería ser cercano a una acceso expedito, razón que forzaría en algunos casos a la construcción absolutamente nueva de este espacio para actividades deportivas.

FIGURA 10.17
Concentración de alumnos por establecimientos educativos
Por establecimientos / Por matrículas



Fuente: Elaboración propia.

La información nos muestra que casi 90% de los establecimientos concentra 72% de la matrícula. Además, nos permite observar que casi 48% de la matrícula se concentra en establecimientos que están entre los 401 y 1.000 alumnos. Estos se ven representados en un total de 2.096 establecimientos educativos, casi 40% de la muestra. De estos, habría que seleccionar los elegibles para construir un gimnasio. Las condiciones de elegibilidad deberían ser disponibilidad de terreno, matrícula beneficiaria, vulnerabilidad social y comunidades escolares constituidas.

Escuela abierta a la comunidad

La escuela abierta a la comunidad propone espacios para la realización de actividades artísticas, de extensión hacia la comunidad, contemplado espacios ad-hoc. Existen algunas experiencias donde la arquitectura aprovecha o crea espacio, que permite realizar actividades musicales, teatrales, foros comunales, entre otras. Estos espacios de usos múltiples no requieren de condiciones extremas de manejo de ambiente, sino más bien, el aprovechamiento de las condiciones locales, los períodos estivales, la zona geográfica, entre otros factores. Vía el proyecto de arquitectura, se contemplan en las zonificaciones estos espacios.

En términos de costos, su impacto está en circulaciones techadas mayores a las normativas, aumento de superficies de pavimentos duros, generación de elementos que permitan observar los eventos, etcétera. Las estimaciones de costo que se manejan en estos casos es de entre 2% y 5% del costo del proyecto.



Espacios para terminar la jornada escolar completa

Como se mencionó, existe una brecha entre el número de cursos en el universo de establecimientos educativos analizados en el presente estudio y el número de sala de clases. La brecha entre cursos y salas de clases en uso es de 5.717 aulas. Si aplicamos a esta los estándares mejorados de 2 m²/alumno, agregando las proporciones de espacios normativos para los establecimientos educativos (servicios higiénicos, circulaciones, etc.), llegamos a un coeficiente de 3 m²/alumno. Aplicando este parámetro a la matrícula que requiere infraestructura adicional, 160.420 alumnos, tenemos una demanda adicional de superficie de 479.656 m² a edificar.

La distribución de las actividades en los períodos 2016-2020 y 2016-2025 son escenarios teóricos y asumen las siguientes hipótesis:

- Se considera posible de ejecutar en el escenario 2016-2020 solo aquellas intervenciones de menor tamaño, que involucran menores tiempos técnicos en la etapas de preparación y ejecución, miradas individualmente. Este criterio cambiará si la decisión es dar la solución integral del establecimiento educativo, hecho que podría cambiar la magnitud de la intervención y, por lo tanto, los tiempos técnicos.
- Se asume que la intervención en gimnasios, por los efectos que tiene, primero en la selección de los establecimientos educativos y, segundo, sobre el recurso patio, no podrá ejecutarse en el período 2016-2020. Por lo anterior, su ejecución será para el período 2016-2025.
- Terminar la jornada escolar completa implica buscar una solución de terreno para la gran mayoría de los establecimientos no incorporados aun al régimen de JEC. Sin tener resuelta la condición anterior no puede avanzarse en las etapas de preparación del proyecto. Por lo anterior, su ejecución será para el período 2016-2025.

TABLA 10.10
Estimación superficie de intervención por nivel de enseñanza para los mejoramientos de infraestructura educativa (m²)

Enseñanza	Ampliación Aulas al 2020	Ampliación Aulas al 2025	Mejoramientos Esp. Educ. 2020	Mejoramiento Esp. Educ. 2025	Rehabilitación Aulas al 2020	Rehabilitación Aulas al 2025
Pre básica	46.925		55.169		22.476	
Básica				275.301		125.038
Media	34.197		31.298		36.506	
Técnica		107.260	63.473			112.398
Pre básica y Básica		502.291		1.001.614		1.063.733
Básica y Media HC		163.440		166.530		161.153
Básica y Media TP	26.160		29.484		34.156	
Pre básica, Básica y Media HC		705.148		741.733		815.437
Pre básica, Básica y Media TP	15.300		40.435		59.378	
Pre básica, Básica, Media HC y TP		36.030		160.477		281.550
Básica, Media HC y TP	8.805		49.140		66.637	
Media HC y TP	8.908		75.465		157.402	
Pre básica y Media	203		378		161	
Total	140.498	1.514.169	344.842	2.345.655	376.716	2.559.309

Fuente: Elaboración propia.

ESTIMACIONES DE COSTEO

Para efectos de costear a nivel de ingeniería básica la magnitud de las intervenciones propuestas a realizar, se han revisado los valores históricos de contratos ejecutados para el programa de implementación de la jornada escolar completa que contiene 2.452 contratos. De estos, el sector municipal ejecutó 1947 contratos. 245 fueron ejecutados por la Dirección de Arquitectura (en adelante DA) del Ministerio de Obras Públicas, con una superficie edificada y/o rehabilitada de 461.844 m². El costo promedio de intervención fue de 20,6UF/m². Estas obras fueron ejecutadas entre los años 2002-2013. Al hacer una revisión de las obras ejecutadas entre los años 2010 y 2013, el costo promedio de intervención fue de 28,3UF/m² para un total de 21 proyectos (57.292 m²). El pasado 20 de julio de 2015, la DA recibió ofertas por el proyecto de construcción del nuevo liceo artístico de Quinta Normal, un proyecto de 5.901 m². El costo por m² informado fue de 42,3UF/m². Este proyecto incluye el componente de eficiencia energética.

Así, la información existente muestra que el costo de obra nueva está entorno a las 40 UF/m² para edificios con conceptos de eficiencia energética incorporada. Por otro lado, los registros de contratos del último lustro para infraestructura escolar muestran una tendencia creciente en el valor del m². Tanto los gimnasios como las obras de mejoramientos de espacios educativos además de comedores y cocinas deberían tener un costo menor, que para este ejercicio se ha redondeado a 30 UF/m². Por el efecto de modificar los espacios existentes para lograr nuevos estándares de espacios, se ha estimado un valor de rehabilitación de 20 UF/m², cifra razonable en función de lo que significa modificaciones de tabiquerías, ventanas, techumbres, etc. Para la terminación de la JEC se asume el valor de obra nueva.

	Ampliación Coc-Comedor al 2020	Ampliación Coci-Comedor al 2025	Construcción Gimnasios 2025	Efecto JEC Pendiente al 2025	Inversiones 2020	Inversiones 2025
	0			0	124.570	0
	7.650			12.997	7.650	412.600
	6.037			13.264	108.038	12.513
	20.746			40.170	84.219	257.553
		178.583		154.387	0	2.891.863
		30.401		60.890	0	578.964
	6.919			2.694	96.719	2.542
		166.953		115.497	0	2.538.227
	18.219			2.030	133.332	1.915
		99.224		11.619	0	588.242
	15.421			10.978	140.003	10.356
		31.112		55.129	241.775	83.119
	16			0	758	0
	75.007	506.273	800.000	479.656	1.737.063	7.377.894

TABLA 10.11
Costeo preliminar obras civiles mejoramiento espacios educativos

Intervención	Superficie (m ²)	Costos UF/ m ²	Costos Totales UF
Aulas a Ampliar	1.654.667	40	66.186.680
Aulas a Rehabilitar (50% Aulas Disp)	2.936.025	20	58.720.492
Mejoramientos de Espacios Educativos	2.690.497	30	80.714.907
E.Básica (Pre-básico, taller, CRA y S.Informática)			0
E.Media (Laboratorio, Taller, CRA y S.Informática)			0
Comedores y Cocinas	581.279	30	17.438.382
Nuevos Espacios Educativos			0
Gimnasios (Primera etapa 1000)	800.000	30	24.000.000
Término de la JEC	479.656	40	19.186.240
Sub Total Inversión			266.246.694
Diseños de Arquitectura e Ingeniería (4%)			10.649.868
Monitoreo de Obras (6%)			15.974.802
Mobiliario y Equipamiento (5%)			13.312.335
Inversión total			306.183.698

Fuente: Elaboración propia.

4 | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

En las últimas décadas, el sector educación ha pasado por una serie de reformas que parecen no tener un período de régimen que permita evaluar y re-direccionar el rumbo hacia nuevas rutas para seguir consolidando los resultados educativos. Un ejemplo de lo anterior, es la implementación del régimen de Jornada Escolar Completa (JEC), que siendo uno de los cuatro pilares¹⁴ de la reforma de los '90, aunque a 18 años de su inicio, no está terminada, y que a partir del año 2017 se enfrenta a un nuevo formato de establecimiento educativo, que obliga a repensar los espacios en función del ministerio que impone la LEGE.

Adicionalmente, hay otros espacios complementarios que también contribuyen a la formación educativa como son los Centros de Recursos de Aprendizajes, Biblioteca, Salas de Informática, Talleres, Laboratorios, Espacios Deportivos y otros espacios de apoyo que facilitan y hacen más agradable la permanencia de los alumnos en los establecimientos educacionales, sin considerar el que los nuevos espacios educativos puedan ser ejecutados cumpliendo recomendaciones de eficiencia energética, sustentabilidad y confort de acuerdo a estándares internacionales.

Materializar las necesidades identificadas para mejorar los espacios educativos en un dimensionamiento preliminar indica montos de inversión importantes. Por la atomización del sistema educativo existente, la tarea implica un desafío adicional. Adicionalmente, el sector está en un proceso de re-estructuración legal y programática. Por otro lado, el país pasa por una coyuntura económica de bajas tasas de crecimiento, lo que implica bajas disponibilidades para inversión pública para el período 2016-2020. No obstante lo anterior, estas condiciones no son necesariamente una amenaza a la ejecución¹⁵, debido a que los tiempos técnicos de preparación de los proyectos calzan con este lustro y corresponden a montos pequeños de inversión.

En lo que respecta al cambio institucional de propiedad (tema aun en discusión en las iniciativas de carácter legislativo), se puede indicar que uno de los principales orígenes de las des economías de escala en la red educativa de establecimiento de propiedad pública ha sido la atomización de la administración por comunas¹⁶. El traspaso de establecimientos hacia el Ministerio de Educación en cualquier formato de administración asociado a un área geográfica definida, tendría un impacto positivo en cuanto a la asignación de recursos de manera racional y bajo criterios y/o estándares uniformes.

14 Los cuatro pilares de la reforma de los 90 fueron; programas de mejoramiento e innovación pedagógica, desarrollo profesional de los docentes, reforma curricular y jornada escolar completa.

15 Los proyectos de educación toman de acuerdo al ciclo de inversiones del Ministerio de Desarrollo Social alrededor de cinco años desde la etapa de perfil hasta finalización de obras, en el evento de aprobaciones exitosas (en primera instancia) para cada etapa del ciclo (año 1 perfil, año 2 licitación y elaboración de diseños, año 3 licitación de obras, año 4 y 5 ejecución de obras civiles).

16 En zonas urbanas las escuelas reciben alumnos de otras comunas (también sucede en el mundo rural, pero es menos frecuente). Los incentivos para los DAEM para mantener en equilibrio la operación estaba en la captación de alumnado. Mirando solo su espacio geográfico, se tendía a maximizar el interés comunal por sobre el beneficio global.



PRIORIDADES

En la lógica de fortalecer el trabajo en los espacios donde se produce el cambio educativo, habría que priorizar la inversión en las aulas y los espacios complementarios como talleres, laboratorios, Centros de Recursos de Aprendizaje o biblioteca, formación digital y gimnasios.

¿Cómo priorizar los establecimientos? La ejecución de programas nacionales de intervención para mejorar los logros educativos (P900, Mece Básica, Mece Media, JEC) han comenzado los procesos de intervención en los establecimientos educativos focalizando por vulnerabilidad social, educativa, eficiencia, niveles de enseñanza, ruralidad, entre otros determinantes. Para cerrar brechas de equidad habría que comenzar por los establecimientos que tengan los alumnos más vulnerables, socioeconómica y educacionalmente hablando.

POLÍTICA PÚBLICA PARA EL FINANCIAMIENTO

El financiamiento del Sector Educación en su globalidad es mayoritariamente de origen público. La operación de los colegios subvencionados, con y sin financiamiento compartido, es capitalizada por transferencias mensuales, denominadas subvenciones, las que están exentas de todo tipo de impuestos.

El monto presupuestario de las inversiones del sector público se define año a año vía la Ley de Presupuesto, mediante la cual se financia iniciativas de arrastre (proyectos de financiamiento plurianual) y proyectos nuevos. El financiamiento de las inversiones en la generalidad es por vía del “Fondo Nacional de Desarrollo Regional” (FNDR) para el sector municipal. También, mediante programas específicos amparados por cuerpos legales aprobados por el Parlamento, se ha traspasado y puede traspasarse patrimonio público, es decir, recursos de inversión, tanto a sostenedores municipales como particulares.

La tendencia natural ha sido tener como política de financiamiento de inversiones en infraestructura escolar al FNDR, mecanismo de inversión de decisión y priorización regional. Para efectos de materializar las distintas etapas del ciclo de los proyectos, vía convenios y mandatos, cada Intendencia Regional selecciona unidades técnicas para llevar a cabo la ejecución de las iniciativas de inversión. Destacan entre estas unidades técnicas la Dirección de Arquitectura del MOP y las Direcciones de Obra de los Municipios.

Con todo, los desafíos de inversión para mejorar la infraestructura educativa deberían ser, en primer lugar, de carácter universal para todos los establecimientos adscritos al régimen subvencionado, hecho que requiere de cuerpos legales específicos o de glosas especiales en la Ley de Presupuesto.

Se debe tener presente que en el escenario de cambios institucionales del sector (propiedad de la infraestructura escolar), se podría abrir otros espacios de financiamiento para potenciar las líneas de inversión. Hoy, el Ministerio de Educación posee una línea presupuestaria de inversión en infraestructura propia que es reducida (subtítulo 31) y que podría ampliarse en montos anuales para operar el ítem proyectos, como ocurre con otros

Ministerios. Esto permitiría aplicar recursos para objetivos educativos directamente en la infraestructura que volverá a ser de su propiedad.

Este hecho futuro abre la discusión sobre cómo se organizará el Ministerio de Educación para resolver las necesidades de construcción, ampliación, rehabilitación y equipamiento de establecimientos educativos. En el pasado existió una estructura denominada “Sociedad Constructora de Establecimientos Educativos”, que tenía las funciones de determinación de necesidades, elaboración de diseños y construcción de establecimientos educacionales. Un Ministerio de Educación propietario a futuro de más de 5.000 establecimientos educativos, levanta la discusión sobre la modalidad de atención del ciclo de inversiones.

Modelos de gestión futuros de inversiones

El modelo de gestión actual de inversiones del Ministerio de Educación está alineado con una institución sin infraestructura escolar, con roles solo normativos y de asistencia técnica para el buen desarrollo de proyectos de inversión.

Las opciones de un modelo de gestión para implementar los mejoramientos de los espacios educativos identificados en este informe tienen al menos dos líneas de desarrollo.

La primera, es de carácter continuista e implica dejar que el Ministerio de Educación, para la implementación de las políticas educativas que requieren componente de inversiones, siga utilizando el FNDR y leyes ad-hoc para transferir recursos de inversión al sector subvencionado. Lo anterior, involucra diseñar los programas, articular los cuerpos legales, elaborar reglamentos y diseñar mecanismos de asignación de recursos expeditos, monitoreables y auditables. En simultáneo, debe contar con los equipos profesionales que le permitan cumplir con su rol normativo y asistencial a los sostenedores.

Esta opción no necesita esperar las modificaciones de las normas legales en proceso en el parlamento, pero mantienen las debilidades de los mecanismos actuales en cuanto a seguimiento del uso de los recursos para fines educativos.

Una segunda opción es que una vez se hayan promulgado los cuerpos legales que transfieren los establecimientos al Mineduc, se reorganice internamente al Ministerio para asumir las acciones de diagnóstico (optimización de la red, reorganización de la red provincial, etc.), elaboración de perfiles de proyectos, diseños y ejecución de las obras.

Desde el punto de vista de la gestión, esta alternativa permitiría tomar medidas de inversión bajo la lógica de una mirada sectorial, dejando fuera potenciales sesgos de competencias por los fondos asignados entre regiones. El proceso de puesta en marcha podría ser gradual, vía piloto, para posteriormente generalizarlo por regiones.

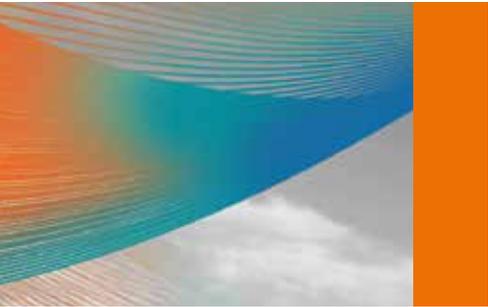


MECANISMOS PARA CERRAR LAS BRECHAS EN INFRAESTRUCTURA EDUCACIONAL

Los mecanismos más efectivos para cerrar brechas de necesidades para mejorar procesos educativos tienen relación con programas focalizados bajo ciertos criterios que permitan priorizar los recursos.

Dar solución a las necesidades globales de infraestructura de una red de establecimientos educacionales hace perder el foco de las prioridades y aumenta los costos de los programas. Para que el mecanismo sea eficiente debe haber un diagnóstico preciso, etapa clave para el diseño de este. A grandes rasgos, debe establecer claramente el objeto y las actividades de inversión que financiará. Asimismo, cuando la implementación del programa se haga por etapas, debe definir criterios de selección y priorización de establecimientos para cada etapa. Por otro lado, deberá indicar los requisitos y obligaciones que tendrán los sostenedores de los establecimientos que deseen participar del programa.

Finalmente, respecto a las modalidades de financiamiento y requerimientos técnicos de los proyectos a aprobar, se deben establecer lineamientos claros, con el objetivo de que el cambio normativo sea complementado por un cuerpo legal claro y transparente, asociado al funcionamiento efectivo de la materialización de las obras.



Capítulo 11

INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

1 | RESUMEN EJECUTIVO

Los indicadores de salud de Chile son destacables en el contexto de la región latinoamericana, presentando una de las mayores expectativas de vida y bajas tasas de mortalidad infantil. Algunas de las variables más relevantes que permiten caracterizar la situación del sector son las siguientes:

- Chile presenta buenos indicadores de salud respecto a Latinoamérica, con una esperanza de vida al nacer (EVN) de 79 años comparado al promedio regional de 74 años, baja mortalidad infantil y baja prevalencia de desnutrición infantil.
- La mayor expectativa de vida se asocia a una acumulación de población mayor, por lo que el país se encuentra en una fase de envejecimiento progresivo, con una acumulación de población con dependencia de cuidados, tanto de tipo sanitario como social.
- Uno de los problemas más relevantes son las altas tasas de sobrepeso y obesidad que llegan a 38 y 22% de la población adulta respectivamente. Asimismo, presenta alto consumo de tabaco. Esos factores, conjuntamente, constituyen importantes factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), que generan la principal causa de mortalidad.



- Respecto al financiamiento, presenta una fuerte inequidad en el acceso, lo que se refleja en el alto gasto de bolsillo: representa 4,6% del consumo familiar. Esta cifra es superior al promedio regional y es la mayor de los países de la OECD.

Las tendencias mencionadas se mantendrán en la próxima década. Así, el país se verá sometido a una profundización del proceso de envejecimiento, lo que tensionará especialmente a la red asistencial pública. Esta, para responder a esta demanda, posee más de 2 millones de metros cuadrados construidos de hospitales, pero de ellos casi 60% se encuentra en regulares y malas condiciones. A nivel nacional hay un consenso sobre la necesidad de mejorar esta situación, por lo que el Estado ha destinado un volumen creciente de recursos para el programa de inversiones. Sin embargo, la historia reciente demuestra que no basta solo con disponer de los recursos, sino que es indispensable contar con la capacidad de gestión institucional que permita su uso eficiente y oportuno. En este sentido, los cambios de administración afectan la capacidad de gestión de las inversiones. Ello impacta en las prioridades de inversión, mecanismos de gestión y especialmente en los equipos técnicos responsables de los procesos.

Entonces, el principal esfuerzo durante la próxima década será continuar con la reposición de los establecimientos existentes, el fortalecimiento de la atención primaria y también debería comenzar a identificarse las intervenciones necesarias para desarrollar una red de cuidados asociados con el rápido envejecimiento que experimenta el país. Este proceso se verá tensionado por expectativas sociales crecientes, desarrollo tecnológico y exigencias normativas que generarán incrementos en el dimensionamiento de los recursos necesarios.

Por tanto, si el país quiere responder a estas demandas, será necesario al menos mantener la disponibilidad presupuestaria 2015/16 y fijarse plazos de al menos 15 años para resolver la brecha. Es recomendable potenciar el uso de los convenios de programación que permiten incorporar recursos regionales al sector salud, así como considerar nuevamente el uso de las concesiones. Asimismo, se hace indispensable asegurar la eficiencia en la ejecución de estos recursos, de manera que puedan rendir según lo esperado.

Todo lo anterior hace altamente recomendable transformar el programa de inversiones en una Política de Estado que cuente con apoyo transversal y genere estabilidad en el mercado de la construcción, financiamiento y equipamiento, así como en la capacidad estatal de gestión de esta compleja cartera.

TABLA 11.1
Resumen necesidades de inversión en hospitales
Millones de dólares

	2016-2020	2016-2025
Cartera sectorial vigente	2.140	3.384
Hosp. Malos y Regulares fuera de cartera	13	914
Nuevos Hospitales y Establecimientos de larga estancia	-	352
Total	2.153	4.650

Fuente: Elaboración propia.



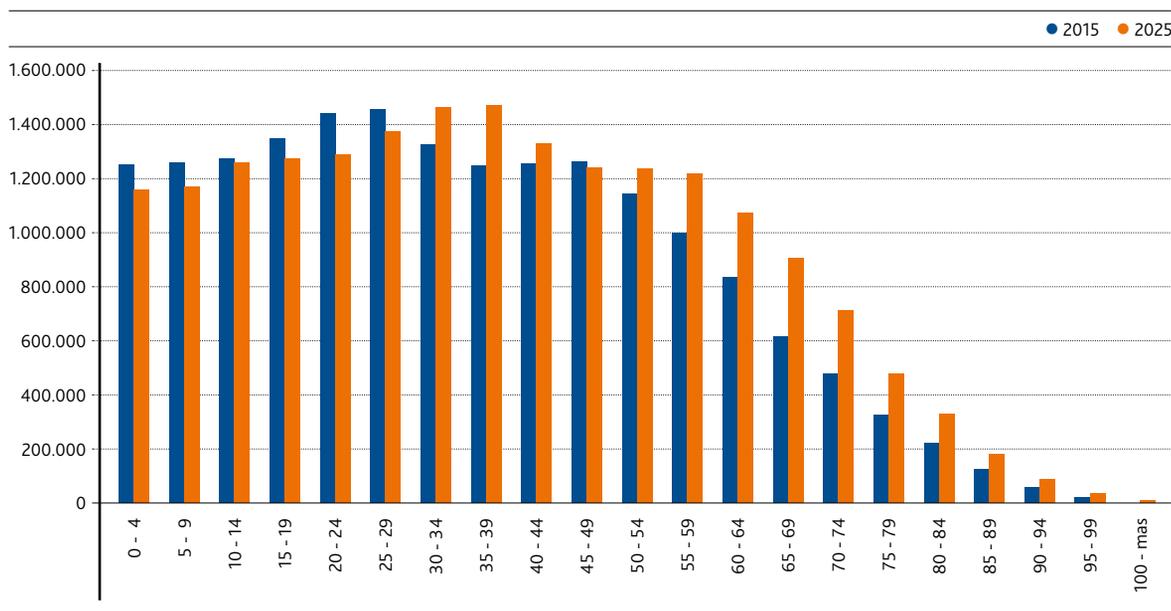
II | RESEÑA DEL SECTOR

EL SISTEMA DE SALUD PÚBLICA

El sector salud tiene como responsabilidad responder a las demandas sanitarias de la población nacional. Se caracteriza por enfrentar una demanda creciente en volumen y complejidad, debiendo responder al daño en la salud de las personas como efecto de los procesos de envejecimiento, hábitos y condición socioeconómica.

El perfil demográfico de Chile está marcado por una rápida transición al envejecimiento de la población. La mayor demanda asistencial se comienza a observar a partir de la población de 50 años, que en la próxima década se incrementará en 32%, correspondiendo 19% a la población de 50 y 64 años y de 53% de 65 y más años. Lo anterior tendrá un impacto directo en la demanda de servicios asistenciales relacionadas con el envejecimiento.

FIGURA 11.1
Variación Grupos Quinquenales 2015-2025



Fuente: Celade - División de Población de la Cepal.

TABLA 11.2
Variación de población nacional 2015-2025

	2015	2025
Población total	17.943.052	19.277.747
Población menor a 15 años de edad (%)	21,1%	18,6%
Población menor a 15 años de edad (Nº)	3.782.038	3.583.011
Población de 50 a 64 años de edad (%)	16,60%	18,30%
Población de 50 a 64 años de edad (Nº)	2.983.353	3.526.953
Población de 65 y más años de edad (%)	10,3%	14,6%
Población de 65 y más años de edad (Nº)	1.842.932	2.729.705
Tasa Global de Fecundidad	1,8	1,7
Población Urbana (%)	88,90%	90,40%

Fuente: Celade - División de Población de la Cepal.

En términos de patologías, las principales causas de la mortalidad general en Chile son las enfermedades no transmisibles (ECNT), donde las enfermedades cardiovasculares (33%) y los neoplasmas malignos (31%) alcanzan 52% de la mortalidad general. Por otro lado, las muertes relacionadas con infecciones y causas maternas perinatales y nutricionales representan solo 8% de las muertes.

El Sistema de Previsión de Salud de Chile es mixto. Se divide en los subsectores Público, Privado y de la Fuerzas Armadas. Como se observa, el sistema público (FONASA) es el principal seguro de salud, lo que da cuenta de la demanda que enfrenta el sector público en el ámbito de la salud.

TABLA 11.3
Distribución de la población según seguro de salud 2013

	2013
Fonasa	78,3
Isapre	14,2
FFAA y del Orden y Otro Sistema	2,9
Ninguno	2,7
No sabe	1,9

Fuente: Casen 2013, Ministerio de Desarrollo Social.

TABLA 11.4
Establecimientos de Salud, según propiedad

Establecimientos	Servicio de Salud	Municipal	Público No dependiente del Serv. de Salud	Privado	Otro	Total
Posta de Salud Rural	38	1.139				1.177
Consultorio General Rural		116			1	117
Consultorio General Urbano	28	427			11	466
Centro de Salud			45	320	17	382
Centro de Referencia de Salud	8	1				9
Centro de Diag. - Terapéutico	7				3	10
Laboratorio Clínico o Dental		3	1	221	4	229
Centro de Diálisis				36		36
Est. Alta Complejidad	63				1	64
Est. Baja Complejidad	99				4	103
Est. Mediana Complejidad	25				3	28
Clínica				169	3	172
Hospital no SS			8	17	5	30
Total	268	1.686	54	763	52	2.823

Fuente: Deis, Minsal.

TABLA 11.5
Hospitales según región y complejidad

Región	Alta	Mediana	Baja	Especialidad	Total
15	1				1
1	1	1			2
2	1	1	3		5
3	1	1	3		5
4	3	1	5		9
5	8	2	11		21
13	16	9	3	7	35
6	1	3	11		15
7	2	4	7		13
8	8	3	18		29
9	3	4	16		23
10	3	1	15		19
14	1		8		9
11	1		4		5
12		2	2		4
Total	50	32	106	7	195

Fuente: Autores en base a Deis, Minsal Norma Técnica 150.

En tanto, la provisión de servicios sanitarios es también de tipo mixto. Se cuenta con diversos establecimientos públicos y privados, tanto de atención ambulatoria como de hospitalización. A nivel de sector público, las instituciones responsables son los Servicios de Salud (SS), que llegan a 29 a nivel nacional, y las municipalidades. Los SS son responsables de gestionar principalmente la red de hospitales, mientras que la atención primaria queda a cargo de los municipios.

MARCO NORMATIVO VIGENTE

Chile es un país pionero en materia de inversiones públicas a nivel latinoamericano, las que son reguladas por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI). En la última década, el SNI ha sido complementado por el uso de la Ley de Concesiones de Obras Públicas. Cabe destacar que en el Sistema Nacional de Inversiones existe una completa separación de las funciones de formulación/ejecución, evaluación, financiamiento y fiscalización.

Formulación/Ejecución

La formulación y ejecución de las iniciativas es de responsabilidad de las municipalidades y Servicios de Salud, que corresponden a entidades descentralizadas de la gestión a lo largo del país. Dependiendo del proyecto, estas entidades pueden establecer convenio de mandato con los Gobiernos Regionales, Ministerio de Salud o Ministerio de Obras Públicas para la ejecución de los proyectos. Los Servicios de Salud son autónomos para la ejecución de los proyectos, pero, sin perjuicio de ello, dado que el Ministerio de Salud regula el flujo de recursos, deben cumplir con las exigencias técnicas o administrativas que se les solicite.

Evaluación

Independiente de la fuente de financiamiento y gestión, las inversiones en Chile son reguladas por el Sistema Nacional de Inversiones, que es administrado por el Ministerio de Desarrollo Social, ente regulador de todos los proyectos de inversión. Dependiendo de la complejidad o alcance del proyecto, esta función la ejecutan a nivel nacional o de regiones (SEREMI). Es indispensable que los proyectos cuenten con una evaluación favorable (RS) para que puedan pasar a la etapa siguiente y obtener financiamiento del Ministerio de Hacienda.

Financiamiento

El financiamiento es de responsabilidad del Ministerio de Hacienda que transfiere recursos a los Gobiernos Regionales o al Ministerio de Salud para la ejecución de los proyectos, lo que genera dos fuentes de financiamiento, FNDR (regiones) y sectorial (MINSAL).

Las inversiones sectoriales son priorizadas por el MINSAL, quien es responsable de la gestión del presupuesto. A niveles regionales, los recursos del FNDR son priorizados por los Consejos Regionales (CORE) y tramitados



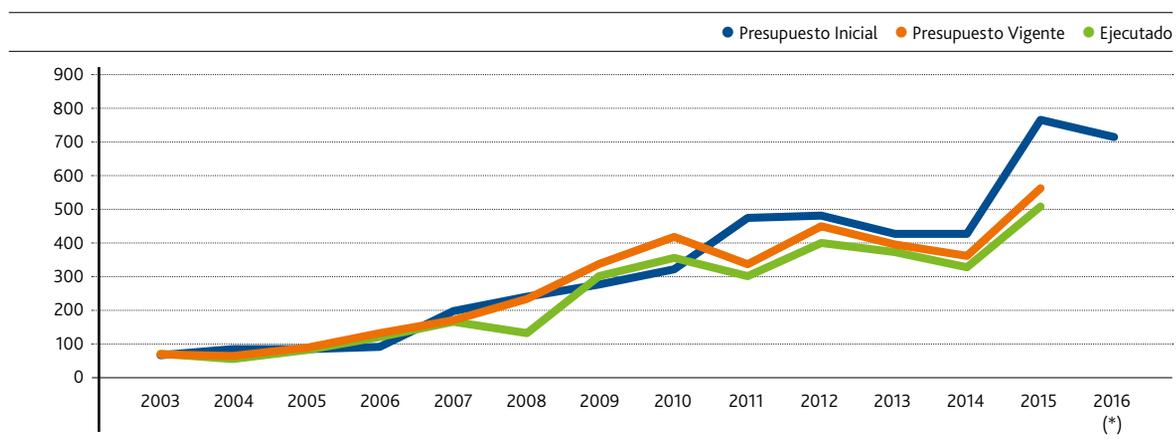
por los respectivos Gobiernos Regionales (CORE). La asignación de recursos desde CORE y MINSAL se efectúa a partir del cumplimiento de las planificaciones locales o regionales, que pueden estar contenidas en Convenios de Programación entre CORE y MINSAL.

Para poder ser ejecutado un proyecto es necesario que se encuentre identificado en un decreto del Ministerio de Hacienda que este tomado de razón por contraloría, para ello se requiere de disponibilidad presupuestaria (MINHAC), prioridad sectorial (MINSAL) y recomendación técnico económica favorable (MIDESO).

Recursos Sectoriales

La principal fuente de recursos de inversión corresponde a los recursos sectoriales asignados a la Subsecretaría de Redes Asistenciales del Ministerio de Salud. En la última década, la disponibilidad y ejecución presupuestaria ha presentado un crecimiento continuo, llegando a un *peak* entre los años 2015 y 2016. La ejecución corresponde al porcentaje del presupuesto aprobado que ha sido ejecutado en el año calendario. Se ha incluido el análisis de la ejecución con el presupuesto vigente. Ella ha presentado una tendencia decreciente, con un valor promedio de 94,6% entre los años 2003 y 2007, con un fuerte descenso el año 2008. Posteriormente, entre los años 2009 y 2014 la ejecución presenta un valor promedio de 90%. Para el año 2015 se presenta la información hasta el mes de octubre, sin embargo, este valor es preliminar ya que falta aún el último trimestre, período donde habitualmente se observa una elevada ejecución presupuestaria.

FIGURA 11.2
Evolución presupuesto inicial, vigente y ejecutado
 Millones de dólares de 2015



Fuente: DIPRES, autores.
 *Corresponde al monto aprobado en la Ley de Presupuesto 2016.

De acuerdo a informaciones del MINSAL, las causas de la baja ejecución del presupuesto de 2015 se asocian a:

- Alto número de licitaciones por proyecto (en promedio 3), asociado a ofertas hasta 120% mayores a presupuesto oficial (con alto incremento de gastos generales y utilidades), lo que requiere de evaluaciones en MIDESO y nuevas licitaciones.
- Corrección de diseños mal desarrollados en periodo anterior, modificando en algunos casos el diseño existente (Hospitales de Alto Hospicio, San Antonio, Ancud, Villarrica, Torre Valech, entre otros) y desarrollo de obras complementarias por definición inadecuada de terrenos (Hospitales de Ancud, Quellón, Alto Hospicio y San Antonio).
- Relicitaciones y renegociaciones en Hospital de Calama, Hospital de Salamanca, Hospital de Pitrufquén, Hospital de Futaleufú.

Recursos FNDR

Los recursos del FNDR son asignados por los Gobierno Regionales, ya sea para proyectos individuales o para cofinanciar con los recursos sectoriales los Convenios de Programación, que han sido una de las grandes fuentes de financiamiento para los proyectos regionales. Los recursos destinados al FNDR han presentado un crecimiento continuo en el último sexenio, estos han representado, en promedio, 13% del total destinado a salud.

Concesiones

El uso de la Ley de Concesiones de Obras Públicas para proyecto de salud ha sido el mecanismo que más alteraciones ha presentado en la última década, observándose fuertes cambios de prioridades entre las administraciones en ejercicio¹. De hecho, la dirección anterior dejó en licitación o adjudicación un total de 9 proyectos, que incluía hospitales dañados por el terremoto del año 2010, así como otros proyectos que no contaban con financiamiento sectorial. Sin embargo, la actual administración decidió retirar de la evaluación de oferta y licitación a 6 de ellos, indicando que serían financiados a través de la inversión sectorial, pero no todos han sido priorizados para su ejecución durante el año 2016.

1 El 2006 el proyecto Salvador Infante fue reemplazado por Maipú y La Florida. El 2010 se sacaron de la cartera un hospital para Quilicura y el Complejo Asistencial de la Red Sur. El 2014 se sacaron de la cartera 6 proyectos que estaban en licitación o evaluación de ofertas.



TABLA 11.6
Cartera de Concesiones 2010-2015

Hospital	Número Camas	Superficie m ²	Estatus
Maipú	375	70.756	Operativo
La Florida	391	67.504	Operativo
Antofagasta	671	113.000	Construcción
Salvador-Geriátrico	642	165.948	Diseño
Félix Bulnes	523	118.308	Construcción
Sótero del Río	650	214.917	Retirado (*)
Linares	400	69.219	Retirado (*)
Curicó	400	78.404	Retirado (*)
Chillán	520	81.914	Retirado (*)
Marga Marga	264	57.098	Retirado
Biprovincial	264	58.073	Retirado
Total	4.734	956.881	

Fuente: Minsal 2013, Minsal 2015, MOP.

(*) Estos proyectos ya contaban con ofertas económicas abiertas.

Fiscalización

La Contraloría General de la República es la auditora de todos los procesos administrativos, técnicos y financieros relacionados con la ejecución de los proyectos en todas sus fases.

EXPERIENCIA INTERNACIONAL Y ESCENARIO FUTURO

Para determinar la necesidad de inversión en infraestructura hospitalaria a nivel comparado, usualmente se trabaja por medio de la disponibilidad de camas por habitante. Sin embargo, su aplicación es controversial, por la dificultad de alcanzar las siguientes condiciones:

- Una definición homogénea de cama hospitalaria.
- Un perfil de demanda sanitario comparable, en términos de los problemas de salud que enfrenta la población y de la respuesta que se entrega a ellas.
- Que la historia de los sistemas de salud sea comparable.

Como ejemplo, la Unión Europea cuenta con 4 categorías de camas que considera:

- Camas totales (que corresponde a la suma total de camas disponibles para hospitalización).
- Camas de cuidados agudos (corta estadía) para manejo obstétrico, pediátrico y quirúrgico, excluyendo salud mental.

- Camas de larga estadía relacionados con cuidados médicos.
- Camas psiquiátricas (corta, mediana y larga estadía).

Al comparar el perfil de camas con las identificadas en Europa, en Chile y América Latina, se debe señalar que en estos últimos predominan las camas de cuidados agudos y, en menor grado, existe aún un importante número de camas psiquiátricas. Sin embargo, no se cuenta con modelos de cuidados médicos de larga estadía y los pacientes utilizan habitualmente camas de agudo.

En cuanto al perfil de demanda, de acuerdo a datos del Celade, mientras en América Latina 11% de la población tiene más de 60 años, en Europa y América del Norte esta cifra llega a 23%, lo que indica que su perfil de demanda sanitaria es mayor. Otro factor es el nivel de desarrollo del sistema de salud, aproximado por el gasto per cápita. De acuerdo a datos del Banco Mundial, América Latina tuvo un gasto per cápita en US\$1.088 a paridad de poder de compra (Chile tiene US\$1.678), lo que contrasta con Europa y Norte América que llegan a un gasto de US\$4.456 per cápita.

Si se considera la disponibilidad de camas de agudo, Chile dispone de 2,1 camas² por 1.000 habitantes, valor que se acerca a Estados Unidos donde presentan un promedio de 2 camas³ por cada mil habitantes, pero es inferior a los valores de la Unión Europea donde es de 3,5 (con un rango entre 5,3 en Alemania y 1,9 en Suecia)⁴. En virtud de estos datos, se estima que no es pertinente ocupar como criterio de dimensionamiento los valores promedio de Europa, ya que no es claro que las variables que han determinado la dotación de camas en ese continente sean aplicables a Chile, más aun, nuestro país se encuentra dentro de los rangos observado en países como Suecia y Estados Unidos.

Dado lo anterior, se considera que el mejor perfil de comparación para el escenario futuro son los criterios establecidos a través del Sistema Nacional de Inversiones, dado que este enfoque tiene la robustez de ser una metodología utilizada en Chile desde el año 2001 y está estructurada en torno a una lógica de demanda sanitaria, donde la infraestructura y los otros recursos se estiman a partir de la demanda de atención, aplicándose criterios de optimización de la misma. Esta es una situación de escaso conocimiento público, donde Chile destaca en la región latinoamericana como uno de los pocos países que cuentan con metodologías para estudios de inversiones en salud. Esta situación, en el curso de los años ha permitido identificar los siguientes patrones:

- A nivel hospitalario, la mayor parte de los proyectos corresponde a reposiciones de edificios existentes, puesto que la creación de nuevos hospitales es escasa a nivel nacional. El principal fundamento de los proyectos se relaciona con vulnerabilidad y pérdida de funcionalidad, la que está determinada por la antigüedad de los edificios. Así, la antigüedad de los edificios representa un buen proxy de estimación de inversión.

2 Disponibilidad de camas reduciendo el número de camas psiquiátricas.
3 Dartmouth Atlas Working Group, 2012.
4 Eurostat 2013-14. Union Europea.



- Los proyectos de reposición hospitalaria modifican en menor grado el número de camas, sin embargo, llevan las existentes a estándares superiores en términos de superficie por cama así como de las instalaciones y terminaciones. Asimismo, incluyen nuevos modelos que expanden la oferta de servicios, como la creación de Unidad de Paciente Crítico o Unidades de Salud Mental de Corta Estadía.
- En la atención primaria se identifican proyectos nuevos y reposiciones de establecimientos existentes.
- Una fuente adicional de inversiones ha sido la exigencia normativa de autorización sanitaria que obliga a todos los establecimientos públicos a cumplir las mismas exigencias que el privado.

El efecto práctico de todos estos factores será la presión por modernizar los establecimientos existentes y en algunas localidades crear otros nuevos. Este tipo de tensión ya ha comenzado a hacerse visible a través de las movilizaciones de la comunidad en diferentes localidades durante el año 2015 (ej. Casablanca, Quillota, Quilpué) para presionar por la modernización de los establecimientos.

III | SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

DEMANDA ACTUAL Y DÉFICIT

De acuerdo a lo descrito en el ciclo de inversiones, la demanda actual se compone de proyectos en fases de ejecución, diseño/licitación y estudio (EPH). La inversión exigible es la que hoy forma parte de los contratos de construcción, seguida de los que se encuentran en diseño/licitación y, finalmente, aquellos en fase de estudio. A continuación, se caracteriza la demanda de la actual cartera de proyectos, considerando su estado en el SNI. La actual cartera sectorial está compuesta por 74 proyectos, de los cuales hay 24 en construcción, 29 en diseño o licitación y 21 en estudios de pre-inversión (EPH). Las regiones que concentran un mayor número de proyectos son la Metropolitana (15), Araucanía (14) y Biobío (10). Los proyectos en construcción suman 754.860 m², mientras los que corresponden a diseño o licitación llegan a los 996.240 m².

TABLA 11.7
Hospitales en Cartera de Inversiones 2015

Región	Construcción	Diseño-Licitación	EPH	Total
15				0
1		1		1
2	2			2
3	1		1	2
4	2	2	1	5
5	1	4	2	7
13	5	6	4	15
6	1		2	3
7		2		2
8	2	3	5	10
9	4	7	3	14
10	1	3	2	6
14	1			1
11	1	1	1	3
12	3			3
Total	24	29	21	74

Fuente: Elaboración propia en base a SIN y Mideso, 2015.

TABLA 11.8
Superficie Hospitales en Cartera de Inversiones 2015

Región	Construcción	Diseño-Licitación	EPH	Total
15	-	-	-	-
1		28.873		28.873
2	146.474			146.474
3	39.300		4.577	43.877
4	46.109	40.128	40.000	126.237
5	76.000	175.845	16.287	268.132
13	344.283	349.404	60.126	753.813
6	5.874		30.000	35.874
7		150.092		150.092
8	30.295	150.203	42.231	222.729
9	34.541	79.262	38.508	152.311
10	4.523	21.152	5.844	31.519
14	6.596			6.596
11	14.458	1.281	1.800	17.539
12	6.407			6.407
Total	754.860	996.240	239.373	1.990.473

Fuente: Elaboración propia en base a SNI y Mideso, 2015.

Para estimar la demanda de recursos de inversión es necesario efectuar dos ejercicios:

- i. Estimar la superficie que requerirá el proyecto definitivo
- ii. Estimar el precio de construcción

Se ha observado que, en promedio, los hospitales que se reponen crecen en 218% respecto a su tamaño original. Ello está dado por el uso de nuevos criterios de diseño tales como menor número de camas por habitación, mayor tamaño de pasillos, áreas ambulatorias y unidades de emergencia de mayor tamaño. Este factor se aplica a los proyectos que están en fase de EPH, ya que aún no han estimado la superficie a diseñar.

En tanto, los precios de construcción presentan una alta variabilidad de acuerdo al tamaño y localización del establecimiento, observándose un rango que va desde las 36 a las 136 UF/m². Por ello, se ha utilizado un valor promedio de 50 UF/m² para efectuar todas las estimaciones de precios de inversión.

TABLA 11.9
Demanda de inversión
 Millones de dólares

Región	Construcción	Diseño-Licitación	EPH*	Total
15	0	0	0	0
1	0	53	0	53
2	268	0	0	268
3	72	0	18	90
4	84	73	160	318
5	139	322	65	526
13	630	640	240	1.510
6	11	0	120	130
7	0	275	0	275
8	55	275	169	499
9	63	145	154	362
10	8	38	23	70
14	12	0	0	12
11	26	2	7	36
12	12	0	0	12
Total	1.382	1.823	956	4.161

* Estado de preinversión hospitalaria.
 Fuente: Elaboración propia en base a SNI y MIDESO, 2015.

DESCRIPCIÓN BRECHA EN BASE A ESCENARIO FUTURO

La brecha base fue calculada considerando los proyectos que actualmente se encuentran en el Sistema Nacional de Inversiones en diversas fases de avance, siendo muy probable que al año 2025 gran parte de la cartera de inversiones esté compuesta por proyectos de la cartera actual. Del escenario futuro descrito en la sección anterior, el efecto final de las variables descritas es un incremento de la demanda de recursos de inversión, por lo que es altamente probable que a los años 2020 y 2025 se experimentará una mayor demanda que la actual. Adicionalmente, el escenario futuro considera un conjunto de demandas adicionales, a mencionar:

Hospitales Malos y Regulares no identificados en SNI

Al año 2015, un total de 81 hospitales se encontraban en malas y regulares condiciones, pero no tenían registros vigentes en el SNI. De acuerdo a las variables antes descritas, ellos pueden llegar a requerir una inversión de 2.422 millones de dólares para su normalización.

**TABLA 11.10**
Proyectos no Identificados en cartera de inversiones

Estado	Número Hospitales	M ² Base	M ² Corregido	Millones de dólares
Regular	34	345.082	752.354	1.381
Malo	47	259.770	566.355	1.041
Total	81	604.852	1.318.709	2.422

Fuente: Elaboración propia.

Nuevos hospitales

En la última década, se ha observado una tendencia creciente para construir hospitales de mediana y alta complejidad en áreas de expansión urbana. Ello se ha comprobado en la Región Metropolitana y Temuco, como son los nuevos hospitales de Puente Alto, Alto Hospicio y Padre Las Casas, que se encuentran en fase de diseño. Además, es altamente probable que en la zona norte de la Región Metropolitana pueda volver a proponerse un establecimiento que sirva a los sectores de Quilicura y Colina. Junto a ello, es muy posible que puedan identificarse iniciativas similares para sectores de expansión en las regiones V y VIII. Se estima que cada establecimiento debería contar con una dotación de camas estimadas entre 200 y 300. Por tanto, si consideramos la construcción de tres nuevos hospitales de 250 camas, el monto inversión llega a los 178 millones de dólares.

Establecimientos de larga estadía

Sin perjuicio de que actualmente no se cuenta con un diagnóstico nacional de la demanda de recursos de larga estadía, la práctica está demostrando que cerca de 20% de las camas hospitalarias⁵ del adulto en hospitales de alta complejidad permanecen ocupadas por pacientes que por su condición clínica no lo requieren. Bajo esta cifra se esconden dos tipos de situaciones, una es la falta de apoyo social para poder derivar al paciente a su domicilio y otra es la persistencia de una demanda de cuidados que es de tipo temporal. En términos conservadores, se estima que se requerirá el equivalente a 10% de las camas de los hospitales de alta complejidad para dar cuenta de esta demanda.

5 Estudio hospitalizaciones evitables Hospital del Salvador, Santiago, SSMO. 2011.

TABLA 11.11
Nuevos Establecimientos de Larga Estancia

Región	Número camas	Metros cuadrados	Millones de dólares
5	200	18.000	33
8	270	24.300	44,5
RM	585	52.650	96,4
Total	1.055	94.950	174

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar de manera agregada la demanda de inversión, esta llega a 4.161 millones de dólares, incluyendo los proyectos en ejecución dentro del Sistema Nacional de Inversiones, adicionalmente a las concesiones. Asimismo, no se han considerado los hospitales que hoy se encuentran en buen estado y que requerirán de inversiones relevantes, ya sea como consecuencia del tiempo, incendios o terremotos.

TABLA 11.12
Síntesis de requerimientos adicionales de inversión a la cartera sectorial
Millones de dólares

Región	Total
Hosp. Malos y Regulares Sin Iniciativa	2.422
Nuevos Hospitales	178
Establecimientos Larga Estadía	174
Total	2.775

Fuente: Elaboración propia.

Al combinar estos recursos con los identificados anteriormente, se llega a una demanda agregada de inversión en infraestructura hospitalaria de 6.159 millones de dólares. Sin embargo, dado que los proyectos de inversión cuentan con ciclos de preparación y maduración, es posible identificar un posible cronograma de ejecución que defina el flujo esperado.

TABLA 11.13
Demanda de inversión de acuerdo a flujo esperado
 Millones de dólares

	Construcción (*)	Diseño-Licitación	EPH (**)	Regulares - Malos Sin Intervención	Nuevos Establec. (Urbanos y Larga Estancia)	Total	Acumulado
2016	202	279	3	0	0	484	484
2017	202	25	7	1	0	235	719
2018	202	304	7	1	0	514	1.233
2019	0	304	142	3	0	449	1.682
2020	0	304	159	7	0	470	2.153
2021	0	304	159	7	70	541	2.694
2022	0	304	159	27	70	561	3.254
2023	0	0	159	263	70	493	3.747
2024	0	0	159	302	70	531	4.279
2025	0	0	0	302	70	372	4.650
2026	0	0	0	302	0	302	4.952
2027	0	0	0	302	0	302	5.254
2028	0	0	0	302	0	302	5.555
2029	0	0	0	302	0	302	5.857
2030	0	0	0	302	0	302	6.159
	606	1.823	956	2.422	352	6.159	

Fuente: Elaboración propia.

(*) Este monto representa la demanda estimada en cuanto a flujo efectivo de caja, considerando que algunos hospitales ya presentan avance de obras, por lo que han sido ajustados sus flujos en relación a la Tabla 11.9.

(**) Estado de preinversión hospitalaria.

IV | RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

A partir del proceso de reforma de la salud con la expansión del GES-AUGE, se ha generado un fuerte incremento de la demanda sanitaria, lo que se mantendrá en la próxima década, afectada fuertemente por el rápido proceso de envejecimiento que enfrenta el país. Esta demanda ha ido haciendo evidente que el nivel de infraestructura disponible no es el adecuado para responder a la demanda de la población, especialmente en la adecuación de la red a los requerimientos de servicios. De manera paulatina, se ha observado una disponibilidad creciente de la sociedad para invertir en salud, lo que se refleja en los presupuestos aprobados por el Congreso para los años 2015 y 2016.

Sin embargo, la mayor disponibilidad presupuestaria no se ha traducido directamente en mayor inversión, lo que apunta a la necesidad de revisar la capacidad de gestión de los recursos de inversión que el país ha puesto a disposición del Ministerio de Salud. Esta situación ha sido especialmente evidente en este último año, sin embargo, es un problema que se comenzó a evidenciar a partir del año 2009 y que coincide con la expansión del marco presupuestario de inversiones y los cambios en la administración. Estos últimos son muy relevantes ya que, con cada cambio de gobierno, no solo cambian las autoridades, sino también los equipos técnicos y la organización responsable de la ejecución, observándose adicionalmente cambios en criterios y prioridades, como lo que se percibe en el ámbito de las concesiones en salud.

Por tanto, si Chile quiere enfrentar seriamente la brecha de inversiones y los nuevos desafíos en esta materia, es indispensable avanzar a la formulación de una política de Estado en materia de inversiones, que genere condiciones de estabilidad para los recursos, procesos y sistemas necesarios para su materialización.

Los elementos centrales para la formulación de ella son:

- Acuerdo político transversal que dé soporte a la iniciativa, similar a lo que se requirió cuando se puso en marcha la Ley de Concesiones de Obras Públicas.
- Cartera de proyectos maduros y relevantes, que agreguen valor a la red asistencial.
- Presupuestos plurianuales que permitan generar certidumbre sobre la viabilidad del ciclo de inversiones.
- Mecanismos de gestión de las inversiones que agreguen valor al ciclo de inversiones. En esta materia es pertinente:
 - Incorporar nuevamente el mecanismo de concesiones, buscando resolver las falencias que presenta y despejar al menos los aspectos objetivables.
 - Utilizar de manera más intensiva los esquemas que integran diseño y construcción para obras complejas.



- Cuadros técnicos responsables y competentes que integren los diversos mecanismos de gestión de inversiones. Se debe asegurar que estos equipos técnicos puedan tener una carrera profesional que no dependa de la confianza de la autoridad en ejercicio.
- Procesos competitivos, que permitan la amplia participación de empresas nacionales e internacionales.

Adicionalmente, es necesario analizar el ciclo de inversiones considerando la fase de operación, donde el tema del mantenimiento está cobrando cada vez mayor relevancia, por lo que debe comenzar a utilizarse el concepto de ciclo de vida de los activos al momento de planificar y ejecutar las inversiones. El otro tema clave, que escapa de la responsabilidad del área de inversiones, es la operación clínica, donde los nuevos establecimientos presentan importantes avances tecnológicos que exigirán más personal y profesionales más capacitados en ellos.

Modelos de Gestión de Inversión

Actualmente se cuenta con tres mecanismos de gestión para proyectos de inversión en hospitales:

- Ministerio de Salud/Servicios de Salud
- Ley de Concesiones de Obras Públicas
- Mandato Arquitectura del MOP

MINISTERIO DE SALUD/SERVICIOS DE SALUD

Dentro del sistema de salud, los Servicios de Salud son entidades autónomas, responsables de gestionar los activos necesarios para entregar sus servicios, por lo que son los responsables administrativos de administrar los contratos relacionados con el ciclo de inversiones. Formalmente, los Servicios de Salud constituyen la unidad técnica responsable. Sin perjuicio de ello, el Ministerio de Salud cumple una función de supervisión y de visto bueno (VB) en las diversas fases del proceso. La disponibilidad de financiamiento depende de la Ley de Presupuesto de cada año.

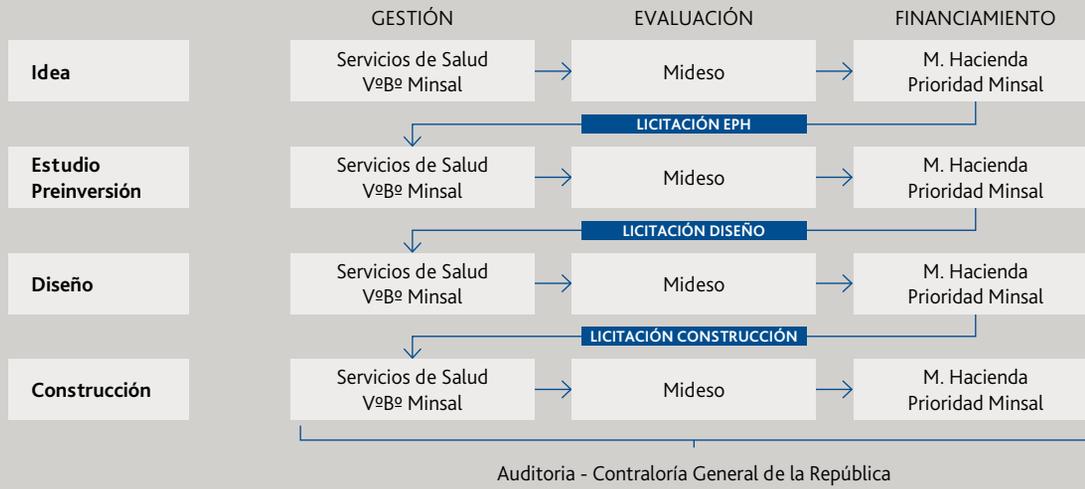
LEY DE CONCESIONES DE OBRAS PÚBLICAS

El primer contrato de concesiones de infraestructura hospitalaria fue adjudicado en el año 2009 e incluyó la construcción de los hospitales de La Florida y Maipú en Santiago.

En este esquema de ejecución, el Ministerio de Salud y los Servicios de Salud suscriben un convenio de mandato con la Dirección de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, que se hace responsable de la gestión y ejecución del proyecto. El sector salud sigue siendo responsable de proveer los terrenos así como de dar su visto bueno en las diversas fases del proceso. Las principales diferencias con el esquema anterior son: i. El financista de las inversiones es el privado, que recupera su inversión a través de pagos de parte del Estado que son autorizados por el Ministerio de Hacienda (MINHAC), por lo que no depende de la Ley de Presupuestos vigente para el año en curso. El papel del MINHAC en estas fases es aprobar los presupuestos que se destinarán en el futuro al pago del concesionario. ii. Las fases de diseño y construcción quedan fuera de la evaluación de MIDESO, donde el gestor es responsable de esta evaluación.

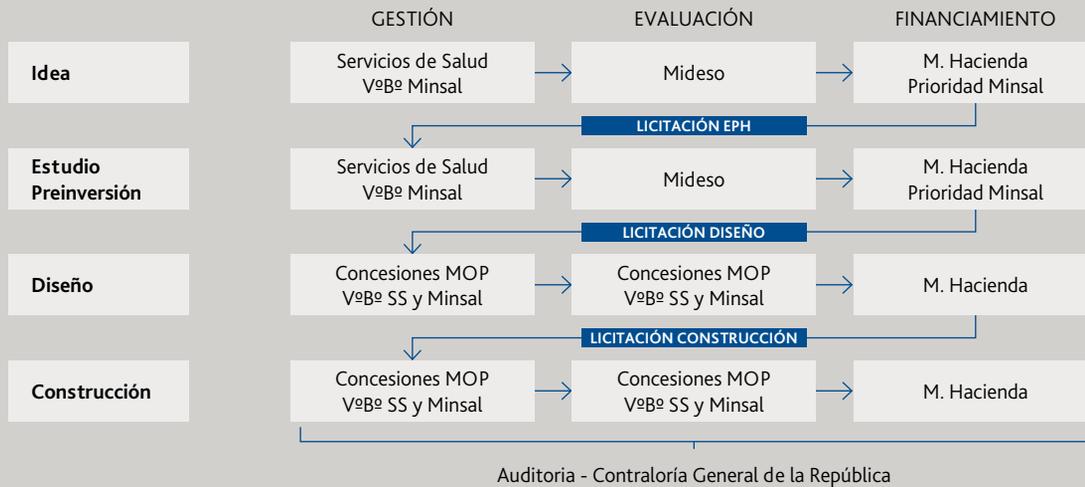


Proceso de Gestión de Inversiones Esquema Tradicional



Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Gestión de Inversiones Ley de Concesiones



Fuente: Elaboración propia.

MANDATO ARQUITECTURA DEL MOP

En el año 2014 se estableció un Convenio de Marco desde la Subsecretaría de Redes Asistenciales del Ministerio de Salud y los Servicios de Salud beneficiarios, para que la Dirección de Arquitectura del MOP ejecute un conjunto de ocho proyectos. El modelo de licitación integra diseño y construcción.

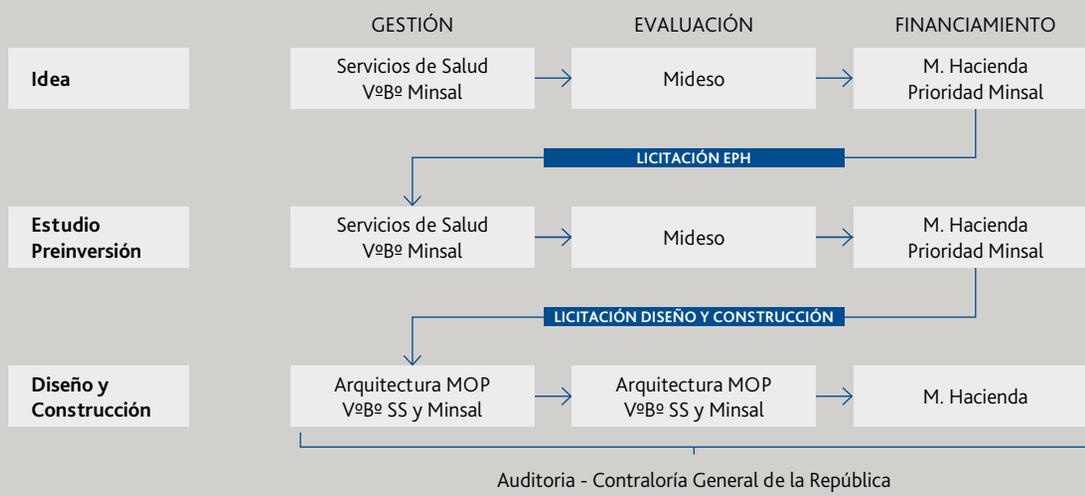
Convenio Marco MOP - Minsal

Región	Iniciativa	M ²	Monto Estimado Millones de dólares
Tarapacá	Construcción Hospital Alto Hospicio	28.723	77,3
Valparaíso	Reposición Hospital Quillota Petorca	64.511	148,6
Metropolitana	Construcción Nuevo Hospital de Puente Alto	93.120	218,6
Maule	Reposición Hospital de Curicó	103.630	235,7
Biobío	Reposición Hospital de Arauco	15.000	34,6
Araucanía	Reposición Hospital de Lonquimay	6.000	18,4
Araucanía	Reposición Hospital de Collipulli	7.500	17,3
Los Lagos	Reposición Hospital de Quellón	15.900	23,7
Total		334.384	774,1

Fuente: Dirección de Arquitectura, MOP.



Proceso de Gestión de Inversiones Mandato Obras Públicas



Fuente: Elaboración propia.



Capítulo 12

SERVICIOS PENITENCIARIOS

1 | RESUMEN EJECUTIVO

El sistema penitenciario de Chile ha sufrido una dinámica compleja en términos de la real factibilidad de dar cumplimiento a estándares mínimos de habitabilidad de las personas privadas de libertad en todas sus modalidades. Este escenario se hizo patente a comienzos de la década de los '90, iniciándose la discusión acerca de las formas de acercar estos estándares a la realidad económica y política del país. Al mismo tiempo, se comenzó el análisis acerca de esta necesidad en el sistema judicial, de manera de hacerlo más transparente y cambiar el modelo existente hacia otro con mayor celeridad en los procesos y con mayor defensa de los derechos de las personas.

En el área de las políticas penitenciarias, a comienzos de la década de los '90, quedó claro que la inexistencia de políticas en materia de reinserción social y los niveles de hacinamiento extremo existentes en los penales de la época, junto con la ausencia de estrategias de segregación de los presos en razón de su peligrosidad y compromiso delictual, llevaban a que en la mayoría de los casos los recintos penitenciarios tuvieran nulo impacto en la rehabilitación y reinserción de los presos.

Al analizar las cifras de los últimos años, se puede observar que a partir de la reforma procesal penal, la tendencia de la demanda de establecimientos penitenciarios cerrados fue creciente, con aumento anual apreciable de población penal encarcelada en establecimientos de este tipo. Esta situación llevó, por un lado, a un aumento de las tasas de hacinamiento en ese tipo de establecimientos y, por otro, a una preocupación importante a nivel



político y gubernamental por la eficacia de estas medidas desde el punto de vista de rehabilitación, motivando un significativo análisis de la efectividad de estas medidas.

Al aplicar un estándar de espacio asumido como de mejor calidad que considera 28,32 m² por interno, se puede establecer el requerimiento de nuevas inversiones a nivel de requerimientos de m² construidos para cubrir dicha brecha. De todos los escenarios estudiados, el que se estima como más realista, es el de brecha detectada el año 2013, sin redistribución de internos. De dicho análisis, emerge una necesidad de cubrir un total de 8.641 plazas, lo que representa un requerimiento de 244.540 m² de construcción.

Asumiendo que el stock de establecimientos penitenciarios al año 2015 tiene una tasa de obsolescencia importante, se pueden aplicar los datos del *Informe* anterior al respecto, que cuantificaron el stock total de establecimientos penitenciarios cerrados al año 2013 en 754.914 m², una tasa de obsolescencia de 24% a dicha fecha. De dicho cálculo, se obtiene que por efecto de obsolescencia debiera reponerse un total de 181.179 m².

Considerando un costo de construcción estándar de 34 UF/m², y sin que se hayan desarrollado en los últimos dos años licitaciones de establecimientos similares que permitan incorporar más información, se obtiene un monto total de 19.061.692UF de costo de construcción, que al año 2025 implica un total de 698 millones de dólares.



TABLA 12.1
Inversión requerida en recintos penitenciarios
Millones de dólares

Ítem Construcción	2016-2020	2016-2025
Cierre de Brechas por sobreuso	152	304
Requerimientos por incremento de población	84	168
Reposición por obsolescencia	113	226
Total	349	698

Fuente: Elaboración propia.

2 | RESEÑA DEL SECTOR PENITENCIARIO

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

El sistema penitenciario en Chile es administrado por Gendarmería de Chile (Genchi), Servicio Público dependiente del Ministerio de Justicia, que tiene por finalidad atender, vigilar y contribuir a la reinserción social de las personas que por resolución de autoridades competentes, fueren detenidas o privadas de libertad. Los establecimientos penitenciarios pueden categorizarse de la siguiente manera:

- Centros de Detención Preventiva (C.D.P): Son establecimientos destinados a la atención de detenidos y sujetos a prisión preventiva.
- Centros de Cumplimiento Penitenciario (C.C.P): Son establecimientos destinados al cumplimiento de penas privativas de libertad, los que podrán tener los siguientes regímenes: cerrado, semi abierto y abierto.

TABLA 12.2
Establecimientos Penitenciarios por Región en 2015

Región	Concesionado	Tradicional	Total
Arica		4	4
Tarapacá	1	4	5
Antofagasta	1	10	11
Atacama		5	5
Coquimbo	1	8	9
Valparaíso		18	18
Libertador Bernardo O'Higgins	1	7	8
Del Maule		17	17
Biobío	1	22	23
Araucanía		17	17
De los Ríos	1	5	6
De los Lagos	1	11	12
Aysén		7	7
Magallanes y Antártica		6	6
Metropolitana	1	20	21
Total	8	161	169

Fuente: Genchi.



- Centros Penitenciarios Femeninos (C.P.F.): Son establecimientos destinados a la atención de mujeres. En ellos existirán dependencias que contarán con espacios y condiciones adecuadas para el cuidado y tratamiento pre y post-natal, así como para la atención de hijos lactantes de las internas.
- Complejos Penitenciarios (C.P): Son aquellos en que los establecimientos penitenciarios coexisten en un mismo perímetro y aplican un régimen interno y tratamiento diferenciado a los reclusos, con el apoyo de servicios únicos centralizados de seguridad, administración, salud, reinserción social, laboral y de registro y movimiento de la población penal.

En cuanto a la administración, a la fecha, existen dos modalidades en los Establecimientos Penitenciarios Cerrados.

Tradicional: en que los establecimientos han sido construidos, habilitados y son operados íntegramente por personal de Gendarmería, tanto en las labores de operación de seguridad y vigilancia, como los otros servicios de operaciones básicas como alimentación, ropería, traslado, salud etc. Estos establecimientos han sido construidos y son mantenidos por Gendarmería o por subcontratos directos de aquélla.

Concesionada: en que los establecimientos han sido diseñados, construidos y son operados, con excepción de la seguridad y vigilancia de internos, por Concesionarias que se enmarcan en las atribuciones de la Ley de Concesiones y sus modificaciones, la que es aplicada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Ahora, el accionar del Sistema Penitenciario depende en gran medida de los resultados del Sistema Judicial, en la medida que desde este último se genera la demanda de atenciones en que la sociedad impone una medida privativa de libertad a un ciudadano. Adicionalmente, se debe considerar que a partir de la Reforma Procesal Penal, en el sistema judicial chileno, las tareas investigativas del delito fueron entregadas a la Fiscalía Nacional y Regionales, siendo ellas las encargadas de desarrollar estas tareas y no los tribunales como ocurría en el antiguo sistema judicial.

MARCO NORMATIVO

Desde la entrada en régimen de la Reforma Procesal Penal a fines de la década pasada, ha existido consenso en la conveniencia de contar con medidas alternativas a la reclusión, detallándose a continuación las dos iniciativas que se estima pueden tener impacto importante en la demanda de infraestructura penitenciaria al modular estas penas y, en particular, las que requieren de establecimientos penitenciarios cerrados.

En un primer caso, al ampliar la capacidad de los tribunales de justicia para la asignación de penas sustitutivas a la reclusión, se tiende a disminuir la proyección de demanda frente al mismo número de delitos, dado que los tribunales dispondrán de mayor alternativa de penas.

En el segundo caso, que si bien aún no tiene aplicación al ser solo un proyecto de ley que no ha tenido mayor avance parlamentario, se apunta a aumentar las penas, ampliar la tipificación de ellas y establece nuevos delitos que solo son faltas actualmente, lo que en su conjunto podría aumentar la demanda de uso de establecimientos penitenciarios cerrados.

Penas Sustitutivas a la Reclusión

El 27 de diciembre del año 2013 entró en vigencia la Ley N°20.603 de Penas Sustitutivas a la Reclusión, que modificó la Ley N°18.216 de Medidas Alternativas a la Reclusión vigente desde el año 1983. Las penas sustitutivas son aquellas que un tribunal establece, previa constatación de ciertos requisitos legales, en sustitución de una pena privativa o restrictiva de libertad (cárcel). Las penas sustitutivas son:

- Remisión Condicional de la Pena: Consiste en la sustitución de la pena privativa de libertad por el control administrativo realizado en Gendarmería de Chile durante cierto tiempo (firma mensual).
- Reclusión Parcial: Consiste en el encierro de la persona en su domicilio o en establecimientos especiales de Gendarmería, durante 56 horas semanales. La reclusión parcial podrá ser diurna, nocturna o de fin de semana.
- Libertad Vigilada: Es una forma de cumplir condena sin tener que estar recluso. El penado estará sometido a un programa de intervención bajo la vigilancia y orientación permanente de un delegado de Gendarmería de Chile. Pueden acceder aquellas personas que han sido condenadas a penas de cárcel entre 2 a 3 años.
- Libertad Vigilada Intensiva: Es una forma de cumplir condena sin estar recluso. Se caracteriza por un régimen de mayor control, en el que el penado estará sujeto al cumplimiento de un programa de actividades bajo la aplicación de condiciones especiales, además de contar con la orientación permanente y rigurosa de un delegado de Gendarmería de Chile. Pueden acceder personas que han sido condenadas a penas de cárcel entre 3 y 5 años.
- Expulsión de Extranjeros: Consiste en la expulsión de un extranjero que no residiere de manera legal en el país y que fuera condenado a una pena igual o inferior a cinco años de presidio o reclusión menor en su grado máximo.
- Prestación de Servicios en Beneficio de la Comunidad: Consiste en la realización de actividades esencialmente voluntarias y no remuneradas a favor de la comunidad o en beneficio de personas en situación de precariedad, coordinadas por un delegado de Gendarmería de Chile.



Proyectos de Nuevo Código Penal

Al respecto actualmente existe un proyecto de Ley ingresado al Senado, como Proyecto de Ley, el 10 de Marzo del año 2014, el cual no ha tenido tramitación ni avance legislativo, habiendo sido elaborado por el Gobierno del Presidente Piñera.

A su vez, el actual Gobierno, con Javiera Blanco como Ministra de Justicia, ha desarrollado un anteproyecto con propuestas de modificaciones al Código Penal, como parte de los compromisos del Gobierno de Michelle Bachelet.

La comisión que lo elaboró sesionó desde octubre del año 2014 hasta abril del año 2015, y, entre sus principales avances, propone en esta nueva redacción:

1. Disminución de la discrecionalidad judicial al momento de aplicar las penas, a través de un nuevo sistema donde sea la Ley la que asigne la pena al delito.
2. Se ampliará el catálogo de penas, en comparación con el actual, con el objetivo de hacer más efectivo el fin de la pena que se asigna.
3. Se ampliarán los supuestos en que a las personas jurídicas (como las empresas) les puede caber responsabilidad penal.
4. Ordena y sistematiza los delitos en atención a los bienes jurídicos protegidos, incorporando en este nuevo Código, los incluidos en leyes especiales (como de tráfico y terrorismo), incorporando figuras en materia tributaria, aduanera, de propiedad industrial e intelectual y creando nuevos tipos penales como en materia de medio ambiente y colusión.
5. El catálogo de faltas se moderniza, agravando ciertas conductas que hoy solo están sancionadas con multas y que pasan a convertirse en delitos, como el hurto o las lesiones leves, que podrán llegar a ser penados con prisión.

Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Justicia para Recintos Carcelarios

Gendarmería de Chile es una institución jerarquizada y centralizada con un vínculo directo con el Ministerio de Justicia, a través de la Subsecretaría de Justicia. Parte importante de las iniciativas mayores de inversión se originan en la mencionada Subsecretaría, que coordina a las Secretarías Regionales Ministeriales del Ministerio de Justicia. Esta actúa en la identificación y desarrollo de proyectos de infraestructura a través de su Oficina de Planificación y Presupuesto y, dentro de ella, por medio de la Unidad de Proyectos, coordinada con las áreas de Planificación y Presupuestos de la mencionada Oficina. Desarrolla su labor levantando necesidades a nivel

regional, coordinada con las Direcciones Regionales de Gendarmería de Chile y formulando proyectos directamente en los casos que lo amerita la complejidad del alcance requerido.

A su vez, Gendarmería de Chile levanta necesidades de inversión en infraestructura, formula proyectos y los presenta al sistema nacional de inversiones. En el caso de los proyectos Concesionados, ejecutados más de una década atrás, también actuó como contraparte técnica. La mayor parte de los proyectos levantados por Gendarmería entran en el perfil de reparaciones y mantenimiento de la infraestructura existente, readecuaciones y ampliaciones que resultan necesarias para una mejor operación y seguridad de los penales. En el caso de proyectos mayores presenta sus necesidades al Ministerio de Justicia.

La evaluación de estos proyectos es la común al Sistema Nacional de Inversiones gestionado por el Ministerio de Desarrollo Social, siendo responsabilidad sectorial, en este caso del Ministerio de Justicia, priorizar su cartera y presentarla con los requisitos exigidos por el Ministerio de Desarrollo Social en sus metodologías de inversión.

La evaluación social de estos proyectos se rige por las normas comunes en la materia y, a su vez, el financiamiento de estas iniciativas corre por parte del Presupuesto de la Nación, en concreto por su asignación sectorial a través de la Subsecretaría de Justicia o directamente a Gendarmería de Chile. Los fondos de asignación Regional, a través del Fondo de Desarrollo Regional (FNDR), son de menor volumen y, en ocasiones, complementan los fondos de Gendarmería de Chile en iniciativas acotadas de normalización, reparación o readecuación de dependencias penitenciarias en programas de mejoramiento de instalaciones, normalización y adecuación a normas básicas ante emergencias, incendios, normativas sanitarias y ambientales, evacuación y, también, para mantener condiciones de seguridad y operatividad de los recintos penales.

ESCENARIO FUTURO Y EXPERIENCIA INTERNACIONAL

El escenario futuro en materia de demanda de infraestructura puede plantearse en base al análisis del uso de establecimientos penitenciarios cerrados y su demanda observada en el tiempo, incorporando las variables que se estima pueden influir en estas tendencias, para posteriormente realizar la comparación con estándares provenientes de la experiencia internacional en la materia.

En materia de indicadores, en la literatura se observa la existencia de guías que definen desde el punto de vista de los Derechos Humanos las condiciones básicas de habitabilidad de los recintos penitenciarios. De esta forma, Cruz Roja Internacional define espacios mínimos para los establecimientos penitenciarios que pueden resumirse de la siguiente manera:

- 6 m² por interno para celdas individuales, más acceso a instalaciones sanitarias.
- 4 m² por interno en celdas múltiples, más acceso a instalaciones sanitarias.
- Al menos 2 metros de distancia entre paredes de las celdas.
- Al menos 2,5 metros de altura de las celdas.

Estos estándares básicos están a su vez condicionados por los servicios comunes, régimen de internación y circulación de los internos, visitas, etc. En el caso de Chile, estos estándares están suficientemente cubiertos a nivel de diseño de establecimientos y, posiblemente, se ven comprometidos en el caso de establecimientos penitenciarios con una tasa de ocupación superior a su diseño. De acuerdo a lo establecido en ediciones anteriores de este reporte, el estándar de espacio o habitabilidad observado fue de 28,3m² por interno, considerando los espacios de reclusión en relación al diseño original de recintos penitenciarios construidos en la última década. Al tomar las adecuaciones de la normativa implementadas por Gendarmería de Chile, que implantó una readecuación de espacios fundamentalmente en cárceles concesionadas, este estándar por interno bajó a 23,2 m².

TABLA 12.3
Estándares de Uso y Habitabilidad Establecimientos Penitenciarios Cerrados

Proyecto	Superficie	Diseño Original		Genchi 2013	
		Plazas	M ² /plaza	Plazas	M ² /plaza
Alto Hospicio	46.645	1.679	27,8	2.015	23,1
La Serena	48.716	1.656	29,4	1.987	24,5
Rancagua	48.937	1.689	29	2.027	24,1
Concepción	34.869	1.189	29,3	1.427	24,4
Santiago 1	63.051	2.568	24,6	3.082	20,5
Valdivia	39.668	1.248	31,8	1.498	26,5
Puerto Montt	42.915	1.245	34,5	1.458	29,4
Valparaíso	26.500	1.280	20,7	1.864	14,2
Punta Arenas	14.490	360	40,3	405	35,8
Total	365.791	12.914	28,3	15.763	23,2

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de estas adecuaciones de habitabilidad consistió en aumentar la capacidad de los establecimientos penitenciarios concesionados, específicamente aquellos pertenecientes a los Grupos 4, 1 y 3. Para ello, se consideró modificar los contratos de concesión respectivos, por lo tanto, el Ministerio de Justicia en su calidad de Mandante solicitó al Ministerio de Obras Públicas, entidad a cargo de la administración y fiscalización del contrato, llevar a cabo tales cambios, los que se plasmaron a través de dos decretos supremos (Decreto Supremo MOP 271 del 13/09/2013 respecto a Grupo 1 y Decreto Supremo MOP 272 del 13/09/2013).

Respecto al Grupo 3, estas normas se encontraban en trámite de toma de razón al 31 de diciembre del año 2013, siendo finalmente publicadas en el diario oficial en el mes de enero del año 2014 (Decreto Supremo MOP 271 el día 16/01/2014 y Decreto Supremo MOP 272 el 17/01/2014).

Con estas adecuaciones, los establecimientos penitenciarios concesionados de los citados grupos vieron aumentada su capacidad a 14.524 plazas inicialmente y, posteriormente, a 15.763 unidades de reclusión.

Dada la ausencia de estándares internacionales, salvo los ya mencionados de carácter humanitario, en adelante se aplicarán los estándares observados previos a la redefinición de espacios establecida por Gendarmería de Chile el año 2013, para la proyección de cierre de brechas en materia de infraestructura. Esta vía metodológica se justifica en el hecho de que este resulta ser el mejor estándar disponible en el sistema penitenciario chileno, dado que los establecimientos penitenciarios Concesionados, que son el grueso de los establecimientos para los que se redefinió su índice de uso u ocupación máxima, fueron diseñados con una visión integral de espacios, habitabilidad y reinserción social, como un todo destinado a romper el ciclo de la criminalización imperante en las cárceles chilenas.

Las modificaciones de habitabilidad implementadas posteriormente por Gendarmería de Chile pueden interpretarse como una medida requerida por la falta de proyectos de infraestructura y el aumento sostenido de la tasa de encarcelación que fue creciendo en forma sostenida hasta el año 2012, lo que incrementó el hacinamiento y sobreuso de los recintos penales.

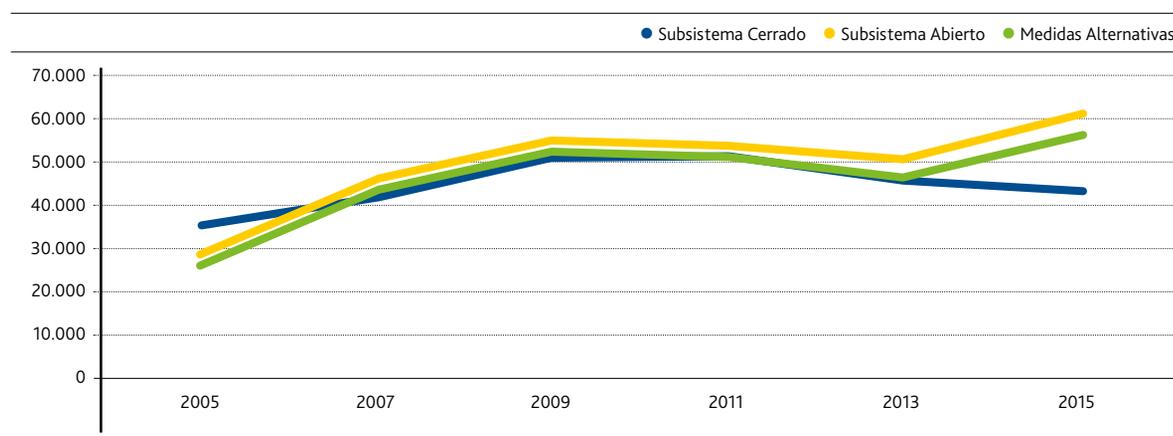


3 | SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

DEMANDA ACTUAL Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN PENITENCIARIA

Gendarmería de Chile atiende, según cifras de octubre del año 2015, a una población penal promedio de 104.465 personas en todo el territorio nacional, de las cuales 41,32% pertenecen al Subsistema Cerrado (43.161 internos), 57,79% al Subsistema Abierto (60.367 penados) y 0,90% al Subsistema Semiabierto (733 internos). Al analizar la evolución de estas cifras desde el año 2005, se puede observar un incremento sostenido hasta el año 2011 en que se alcanza el máximo del periodo, para posteriormente decrecer en forma sostenida en los años 2013 y 2015.

FIGURA 12.1
Población Penitenciaria según subsistema de Atención



Fuente: Elaboración propia.

Esta evolución, en el periodo analizado, se explica en primer lugar por la puesta en marcha a nivel nacional de la reforma procesal penal que incrementó la detección y sanción de delitos de manera significativa, observándose una estabilización entre el periodo 2009 y 2011 con un máximo el año 2010. Así, a partir del año 2011, se observa un decrecimiento, como resultado de un conjunto de medidas que redujeron la población penal recluida, consistentes principalmente en el mayor uso de medidas alternativas a la detención. En términos más globales, a partir del año 2012 se ha continuado con el decrecimiento de la población penal internada en establecimientos penitenciarios cerrados. De esta forma, tanto la población penal, como las tasas de encarcelamiento, han evolucionado en forma paralela con una baja sostenida a partir del año 2011.

TABLA 12.4
Distribución Regional Población en Establecimientos Cerrados

Región	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje
De Arica y Parinacota	1.735	224	1.959	4,5%
De Tarapacá	1.947	291	2.238	5,2%
De Antofagasta	2.078	214	2.292	5,3%
De Atacama	839	113	952	2,2%
De Coquimbo	2.206	151	2.357	5,5%
De Valparaíso	4.418	362	4.780	11,1%
De O'Higgins	2.334	176	2.510	5,8%
Del Maule	1.995	134	2.129	4,9%
Del Biobío	3.292	209	3.501	8,1%
De La Araucanía	1.541	75	1.616	3,8%
De Los Ríos	977	48	1.025	2,4%
De Los Lagos	1.622	58	1.680	3,9%
De Aysén	176	7	183	0,4%
De Magallanes y Antártica	237	10	247	0,6%
Metropolitana	14.429	1.159	15.588	36,2%
Total Nacional	39.826	3.231	43.057	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 12.5
Ranking de Población Carcelaria en Sudamérica

Ranking	País	Población
1	Brasil	607.731
2	Colombia	121.295
3	Perú	75.637
4	Argentina	69.060
5	Venezuela	55.007
6	Chile	44.098
7	Ecuador	25.902
8	Bolivia	13.468
9	Paraguay	10.949
10	Uruguay	9.996
11	Guyana	1.967
12	Surinam	1.000
13	Guayana Francesa	726

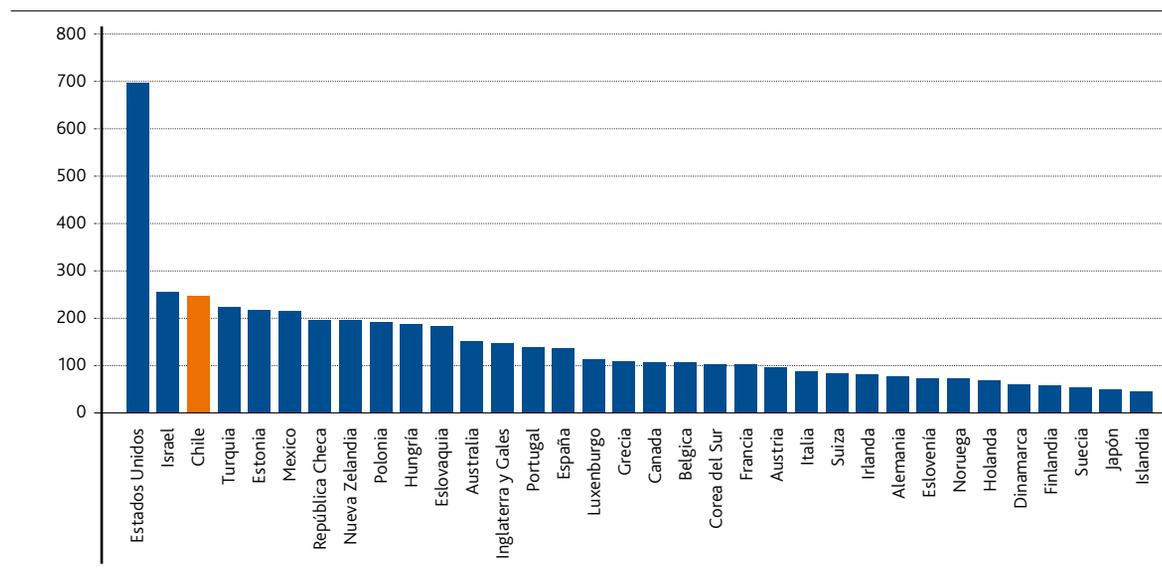
Fuente: Elaboración propia.



En el contexto internacional, a nivel latinoamericano, Chile se encuentra ubicado en el sexto lugar en cuanto a número de personas encarceladas según cifras del año 2015 del World Prisión Brief, mientras que, en un ámbito global, nuestro país alcanza el lugar N° 44 en el ranking.

Desde el punto de vista de su situación en el concierto de países pertenecientes a la OECD, Chile se encuentra entre los que poseen una mayor tasa de encarcelación, solo por detrás de Estados Unidos, que está muy por sobre el promedio, e Israel. Según cifras del año 2013, ocupa el tercer lugar en este grupo de países.

FIGURA 12.2
Tasa de Encarcelamiento por 100.000 habitantes



Fuente: Elaboración propia.

Ahora, desde el punto de vista del índice de ocupación de los establecimientos carcelarios, ocupa el lugar N° 10 de Latinoamérica, con un porcentaje de ocupación de 110.9% según cifras actualizadas al año 2015.

TABLA 12.6
Proporción de Sobreuso, Establecimientos Penitenciarios

Ranking	País	% de Sobreuso
1	Venezuela	269,8
2	Bolivia	269,1
3	Perú	230,6
4	Paraguay	163,4
5	Colombia	155,4
6	Brasil	153,9
7	Guyana	129,2
8	Guyana Francesa	118,2
9	Ecuador	114,4
10	Chile	110,9
11	Uruguay	108,7
12	Argentina	103,3
13	Surinam	75,2

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la evolución de los recursos para la ejecución de centros penitenciarios, se puede apreciar que la evolución de los presupuestos asignados a inversiones ha ido decreciendo tanto en su formulación inicial como en el presupuesto vigente hacia el final de cada año, el que refleja las reasignaciones y cambios presupuestarios realizados con autorización del Ministerio de Hacienda. A su vez, la proporción de los presupuestos anuales que es efectivamente ejecutada, ha sido sistemáticamente menor a 50% del presupuesto asignado o vigente, habiendo tenido su menor valor el año 2013, para luego subir a 41,4% del presupuesto vigente el año 2014 y luego bajar a 36,9% en el año 2015, aunque no se cuenta aún con información oficial del cierre presupuestario de dicho año.

TABLA 12.7
Presupuesto Inicial de Inversiones, Subsecretaría de Justicia
Millones de dólares

Ranking	2013	2014	2015
Presupuesto de Inversiones Inicial	96	55	46
Presupuesto Vigente	38	51	34
Ejecución Presupuestaria	9	21	17
Ejecución Presupuestaria % Presupuesto Inicial	9,2%	37,8%	37,6%
Ejecución Presupuestaria como % del Presupuesto Vigente	22,9%	41,4%	50,4%

Fuente: Elaboración propia.

A su vez, la ejecución de esta cartera a nivel de proyectos específicos de Inversión, puede ser seguida con la información que entrega el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), que permite conocer el detalle de la ejecución y la etapa de inversión en que se encuentra cada proyecto.

TABLA 12.8
Cartera de Proyectos de Inversión 2014 y 2015 Mideso

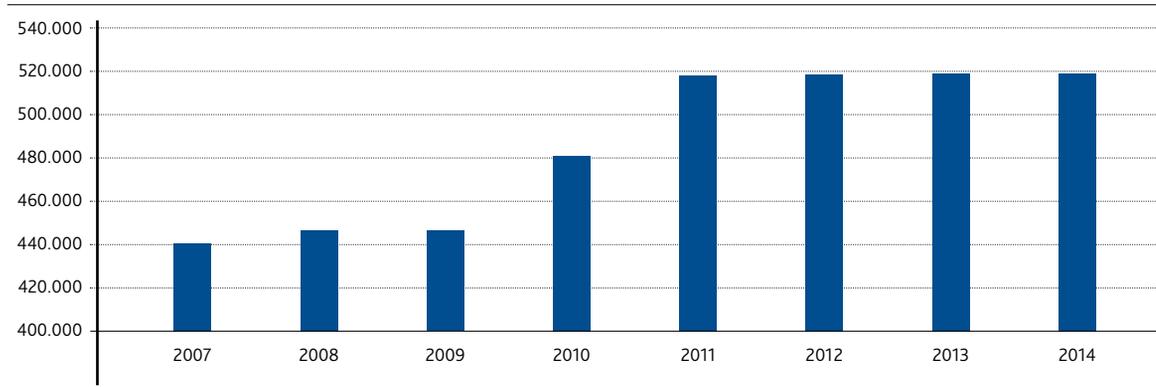
Proyecto	Monto estimado Millones de dólares	Situación primer semestre 2014	Situación segundo semestre 2015	Plazo
Maule, establecimiento para 1.842 nuevas plazas. Código BIP 30112254-0	100,2	Se presentó a etapa de ejecución ante el Ministerio de Desarrollo Social. Se cuenta con terreno y anteproyecto avanzado	Se encuentra aún en desarrollo con ejecución presupuestaria asociada a estudios y con un saldo por gastar correspondiente al grueso del proyecto	2018
Copiapó, región de Atacama, para 1.517 nuevas plazas. Código BIP 30083077-0	99,6	En formulación etapa ejecución ante el Ministerio de Desarrollo Social. Se cuenta con terreno y anteproyecto avanzado	Se encuentra aún en desarrollo con ejecución presupuestaria asociada a estudios y diseño, con un saldo por gastar correspondiente al grueso del proyecto	2019
Calama, región de Antofagasta para 1.100 nuevas plazas.	46,1	Se cuenta con terreno destinado por Bienes Nacionales. En formulación proyecto de inversión	No se encuentra ingresado al Banco Integrado de Proyectos de Mideso	2019
Terrenos para un nuevo Establecimiento Penitenciario en la región del Biobío (Chillán-Los Ángeles)	100,2	Se cuenta con 16 alternativas en evaluación técnica	No se encuentra ingresado al Banco Integrado de Proyectos de Mideso	Cronograma por definir
CPF en la Región de Arica que entregará 384 nuevas plazas femeninas	19,4	En proceso de licitación para ejecución de obras (Registro Especial).	No se encuentra ingresado al Banco Integrado de Proyectos de Mideso	2017
Ampliación de Establecimiento Penitenciario de Rancagua en 800 plazas efectivas	1,3 (diseño e ingeniería)	Revisión de requerimientos de infraestructura y servicios	No se encuentra ingresado al Banco Integrado de Proyectos de MIDESO. Operación vía modificación de Contrato con Concesionaria	2017
Habilitar el Establecimiento Penitenciario de Alto Hospicio para un máximo de 300 plazas femeninas y una Sala cuna	0,7	Revisión de requerimientos de infraestructura y servicios	No se encuentra ingresado al Banco Integrado de Proyectos de MIDESO. Operación vía modificación de Contrato con Concesionaria	2015
Reposición del CCP de Concepción en lo que respecta a instalaciones y estructura Código BIP 30100041-0	22,5	En formulación etapa ejecución ante el Ministerio de Desarrollo Social. Se cuenta con anteproyecto avanzado	Se encuentra aún en desarrollo con ejecución presupuestaria asociada a estudios y con un saldo por gastar correspondiente al grueso del proyecto	2017

TABLA 12.8
Cartera de Proyectos de Inversión 2014 y 2015 Mideso (continuación)

Proyecto	Monto estimado Millones de dólares	Situación primer semestre 2014	Situación segundo semestre 2015	Plazo
Finalizar la ampliación del CDP de Quillota con 108 nuevas plazas. Código BIP 30083077-0	2,7	En ejecución de obras (40% de avance físico)	En desarrollo de obras	2015
Terrenos para nuevos Establecimientos Penitenciarios en las regiones de Valparaíso y Aysén (Coyhaique)	127,6	Se avanza en la búsqueda de terrenos. Presentado en Presupuesto Exploratorio 2015	Sin Información	2019
Reposiciones y Reparación de los penales de Parral (región del Maule) y Mulchén (región del Biobío)	5,6	Parral: en ejecución de obras (40% avance físico). Mulchén: en licitación para ejecución de obras	En desarrollo de Obras	2015

Fuente: Elaboración propia en base a Mideso.

FIGURA 12.3
Superficie Construida Establecimientos Penales Cerrados (M²)



Fuente: Elaboración propia en base Genchi.



Al revisar el avance informado, se puede observar que solo dos proyectos de los diez que se pueden encontrar en el Banco Integrado de Proyectos se encuentran en ejecución de obras, estando la gran mayoría de ellos en etapas de diseño o más preliminares de identificación de terrenos. Con respecto al impacto de los proyectos de inversión en la superficie real de establecimientos penitenciarios cerrados, se puede constatar que a partir del año 2011 se estanca la concreción de establecimientos de este tipo, rompiéndose la tendencia de los años previos en que progresivamente se fueron incorporando nuevos establecimientos, cuestión que había sido aún más notoria en la década anterior, con la incorporación de establecimientos concesionados de gran tamaño en términos de superficie y dotados de estándares de habitabilidad desconocidos hasta la fecha en el país.

DESCRIPCIÓN DE BRECHA Y ESCENARIO FUTURO

Al analizar las tendencias de los últimos años, se puede observar que a partir de la reforma procesal penal, la tendencia de la demanda de establecimientos penitenciarios cerrados fue creciente, con aumento anual apreciable de población penal encarcelada en establecimientos de este tipo. Esta situación llevó, por un lado, a un aumento de las tasas de hacinamiento en ese tipo de establecimientos y a una preocupación importante a nivel político y gubernamental por la eficacia de estas medidas desde el punto de vista de rehabilitación, motivando entonces un análisis importante de la efectividad de estas medidas.

A partir del año 2011, se introducen medidas alternativas a las penas de reclusión mediante modificaciones a la ley penal que permiten una serie de penas alternativas que, en la práctica, hacen que a partir del año 2012 se modifique la tendencia previa de aumento sostenido de la población penal encarcelada, provocando una estabilización de la tendencia y un descenso en los últimos años.

TABLA 12.9
Capacidad Establecimientos Concesionados (Población Penal)

Grupo Concesionado	Establecimiento	Capacidad Inicial	Capacidad total a partir de la modificaciones contractuales	Variación Porcentual
1	CP Alto Hospicio	1.679	2.351	39,0%
	CP La Serena	1.656	2.318	39,0%
	CP Rancagua	1.689	2.365	39,0%
Subtotal		5.024	7.034	39,0%
3	CDP Santiago 1	2.568	4.000	54,8%
	CP Valdivia	1.248	1.747	39,0%
	CP Puerto Montt	1.245	1.743	39,0%
Subtotal		5.061	7.490	47,0%
Total		10.085	14.524	43,0%

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, con respecto al análisis de la capacidad que debieran tener los establecimientos penitenciarios cerrados, observaremos su comparación con las condiciones de capacidad y hacinamiento informadas por Gendarmería de Chile, además de con estándares internacionales. En el caso de Gendarmería, esta definición sufrió su última modificación el año 2013, en que por resolución N° 2430 del Ministerio de Justicia, Gendarmería de Chile redefinió las capacidades de los establecimientos penales de acuerdo a un cálculo de capacidades realizado por el Departamento de Infraestructura de Gendarmería de Chile.

Esta nueva definición, expandió la habitabilidad de algunos establecimientos penales, fundamentalmente los establecimientos concesionados y, en la práctica, disminuyó los espacios por reo considerados en los diseños originales para estos penales. Esta modificación se realizó expandiendo la capacidad de celdas, inicialmente diseñadas para un interno, a dos y tres internos mediante la adición de literas.

Al analizar el uso real de los establecimientos penitenciarios cerrados y, según datos oficiales de Gendarmería a octubre del año 2015, se informaba un índice de uso de la capacidad del sistema cerrado de 105% para el total del sistema, con datos extremos de 192% de uso en Atacama y 156% en Maule. La Región Metropolitana presentaba un índice de uso de 117%. El dato más extremo se encontraba en la población reclusa femenina de Maule que presentaba un índice de uso de 243,1%.

TABLA 12.10
Proporción de sobreutilización de establecimientos penitenciarios

	2010	2011	2012	2013	2014
Capacidad de Diseño	35.910	37.314	37.314	36.877	37.350
Población Penal	56.566	55.946	49.920	46.480	46.600
Porcentaje de sobrepoblación	58%	50%	34%	26%	25%

Fuente: Elaboración propia.

Esta distribución habla de una mayor proporción de población penal en establecimientos cerrados relacionada con los grandes núcleos urbanos que concentran a la mayor proporción de población del país. No obstante, la evolución del índice de hacinamiento en el sistema cerrado ha sido decreciente en el tiempo, producto principalmente de la aplicación de la Ley 20.587 del año 2012, que modificó el sistema de libertad condicional y produjo un incremento de libertades condicionales en 308% respecto al período anterior. A esto se sumó la entrega de beneficios penitenciarios, que aumentaron en 50% respecto al período anterior, y la Ley 20.588 del año 2012 (Indulto general conmutativo) que otorgó indulto a 23 mujeres, 131 condenados en medio libre, 3.072 en reclusión parcial y 769 extranjeros, llegando a beneficiar a un total de 3.995 personas.



Con todo, cabe señalar, como resumen de las medidas tomadas en el periodo, la evaluación por el Ministerio de Justicia del aumento de plazas mediante acto administrativo por la resolución del año 2013, en que se aumentó la capacidad de diseño de las unidades penales en 2.217 plazas, determinando mayor cantidad de literas por metro cuadrado.

A su vez, la mayor densificación de cárceles concesionadas aumentó la capacidad de diseño original de cada recinto penal de los grupos señalados a 140% de su capacidad, exceptuando Santiago 1, que se aumentó a 156%. Esto implicó un aumento de 4.439 plazas adicionales, sin construir ningún metro cuadrado adicional.

Al comparar el índice de uso de los establecimientos penitenciarios informado por Gendarmería de Chile en los años 2013 y 2015, se observa una disminución de la proporción de establecimientos que presentaban un índice de hacinamiento de entre 100 a 99% y un aumento de la proporción de establecimientos con índice de hacinamiento menor a 100%. En ambos casos las variaciones son de 10% en dos años lo que implica un cambio importante en este indicador. Al analizar esta situación, la propia Gendarmería de Chile informaba el año 2014 una situación con y sin aplicación de las medidas de densificación ya mencionadas, llegando a establecer un déficit estimado de 9.250 plazas sin aplicación de estas medidas y de 4.838 plazas luego de su aplicación.

Al resumir estas estimaciones, y aplicando el estándar de metros cuadrados por interno en establecimientos cerrados a las brechas observadas, se obtienen diferentes escenarios de volúmenes de construcción asociada a su resolución.

TABLA 12.11
Brecha estimada de establecimientos penitenciarios

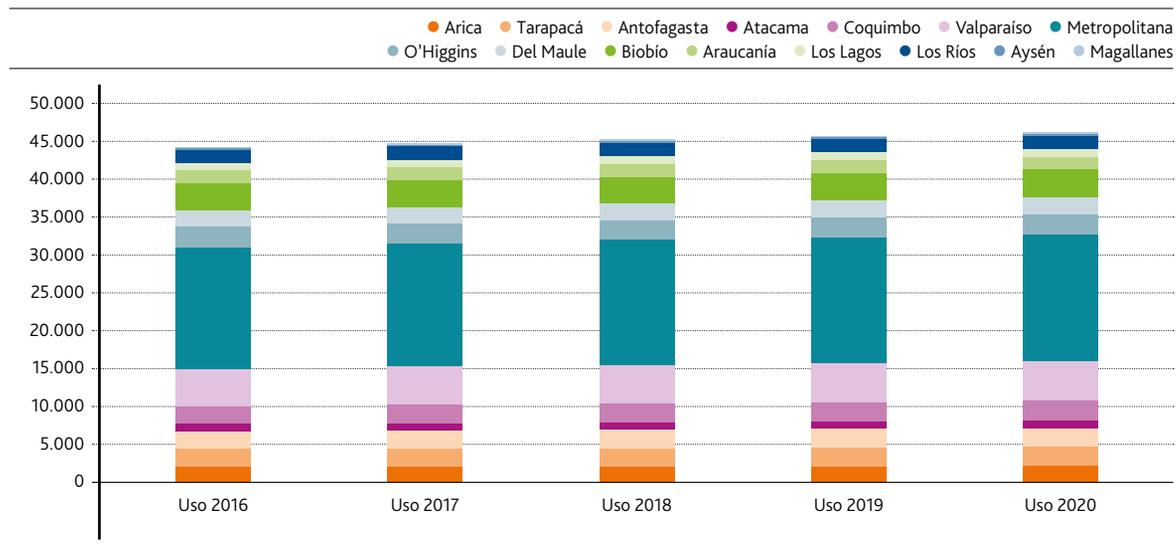
Estándar	Nº plazas	M²/plaza	M² Requeridos
Diseño Observado	8.641	28,33	244.800
Genchi 2013	7.507	23,21	174.237
Genchi 2015 post aplicación Resolución	2.742	23,21	63.642

Fuente: Elaboración propia.

Como forma de proyectar las brechas de requerimientos asociados a establecimientos penitenciarios cerrados, se utilizará la proyección de población encarcelada de acuerdo a las tasas de encarcelamiento por 100.000 habitantes observadas en los últimos años, escogiéndose como medida central para realizar proyecciones el promedio del periodo. Se considera que esta medida es robusta, dado que representa un periodo de casi una década donde se han implementado reformas y otras medidas que han incidido en su comportamiento, y que posiblemente se mantendrán en el futuro con tendencia similar. Al aplicar esta tasa de encarcelamiento promedio a la población del país proyectada al año 2025, es posible obtener el número proyectado de internos encarcelados

en establecimientos penitenciarios de tipo cerrado en Chile. Aplicando esa tasa a la población proyectada por el INE para cada región de país es posible obtener un número proyectado de plazas requeridas a cubrir.

FIGURA 12.4
Proyección de Plazas Requeridas por Regiones según Población 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia.

Dado que las variaciones de población en Chile se proyectan de manera conservadora en los próximos años, lo que deriva del envejecimiento de la población chilena y del bajo nivel de migraciones, se obtiene un incremento de requerimientos también conservador en materia de plazas en establecimientos penitenciarios cerrados.

Para el cálculo de los requerimientos de inversión se realizó un proceso en dos etapas. La primera etapa está destinada a cerrar la brecha de sobreuso de establecimientos penitenciarios cerrados de acuerdo a la comparación de lo observado en esta materia y la aplicación de estándar y superficie requerida por plaza, de acuerdo al patrón que se considera óptimo en esta materia, y que corresponde al de establecimientos penitenciarios concesionados desarrollados y construidos en la década pasada. Esta definición se basa en que estos establecimientos incorporaron en su diseño elementos de habitabilidad, reinserción social y seguridad concebidos en un modelo integral basado en experiencias nacionales e internacionales que representó los más altos estándares en dichas materias para establecimientos penitenciarios chilenos.

En una segunda etapa, se aplicará un cierre de brecha en relación a la variación de la población al año 2020 y 2025 de acuerdo a la información disponible para el nivel regional y nacional. Inicialmente, se calculó las brechas de plazas resultantes al relacionar la capacidad de diseño reconocida e informada por Gendarmería de Chile con las poblaciones penales efectivas en cada caso, para el año 2013 y 2015. El año 2015 ya se encontraban aplicadas las medidas de cambio de espacios y baja de los estándares de habitabilidad en penales cerrados, principalmente concesionados como ya se ha detallado.

TABLA 12.12
Análisis de Brechas por Sobreuso de Plazas

Región	Brecha 2013	M ² requeridos	Brecha 2013 sin redistribuc.	M ² requeridos	Brecha 2015	M ² requeridos	Brecha 2015 sin redistribuc.	M ² requeridos
Arica	110	3.113	110	3.113	37	1.047	37	1.047
Tarapacá	-336	-9.509			-787	-22.272		
Antofagasta	-270	-7.641			-87	-2.462		
Atacama	599	16.952	599	16.952	475	13.443	475	13.443
Coquimbo	117	3.311	117	3.311	-224	-6.339		
Valparaíso	1.945	55.044	1.945	55.044	1.782	50.431	1.782	50.431
RM	3.973	112.436	3.973	112.436	2.352	66.562	2.352	66.562
O'Higgins	217	6.141	217	6.141	-184	-5.207		
Maule	884	25.017	884	25.017	798	22.583	798	22.583
Biobío	304	8.603	304	8.603	-459	-12.990		
Araucanía	377	10.669	377	10.669	10	283	10	283
Los Lagos	115	3.255	115	3.255	-762	-21.565		
Los Ríos	-269	-7.613			-528	-14.942		
Aysén	-49	-1.387			-70	-1.981		
Magallanes	-210	-5.943			-236	-6.679		
Total	7.507	212.448	8.641	244.540	2.117	59.911	5.454	154.348

Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar a estas brechas de plazas el estándar de espacio asumido como de mejor calidad que considera 28,32 m² por interno, se puede establecer el requerimiento de nuevas inversiones a nivel de requerimientos de m² construidos para cubrir dicha brecha. De todos los escenarios analizados, el que se estima como más realista es el de brecha detectada el año 2013, sin redistribución de internos. De dicho análisis emerge una necesidad de cubrir un total de 8.641 plazas, lo que representa un requerimiento de 244.540 m² de construcción.

Al incorporar en una segunda etapa de ajuste los requerimientos de mayores plazas derivados del incremento de población entre el periodo 2016 y 2025, es posible desarrollar este procedimiento en dos etapas. Una primera, incorpora información desagregada a nivel regional hasta el año 2020 correspondiente a información INE oficial. Ahora, para proyectar hasta el año 2025 solo es posible realizar este cálculo con la proyección total de población, ya que el INE no dispone de información de proyecciones de población posteriores al año 2020 desagregadas a nivel regional.

El total de 2.382 plazas requeridas por incremento de población entre los años 2016 y 2020 representa un total de 67.458m² de construcción. Al aplicar una medida central como el promedio de requerimientos anuales 2016 al 2020, a cada año posterior al 2025, se obtiene un requerimiento anual promedio de 476 plazas y un total de 2.382 plazas totales entre los años 2021 y 2025. De esta forma, por proyección de incremento de población y, a partir de la base del 2015, se obtiene un requerimiento total nacional de plazas debido al incremento de la población penal de 4.764 plazas entre el 2016 y el 2025 y un total de 134.919 m².

Asumiendo que el stock de establecimientos penitenciarios al año 2015 tiene una tasa de obsolescencia importante, se pueden aplicar los datos del *Informe* anterior al respecto que cuantificaron el stock total de establecimientos penitenciarios cerrados al año 2013 en 754.914m², una tasa de obsolescencia de 24% a dicha fecha. De tal cálculo se obtiene que por efecto de obsolescencia debiera reponerse un total de 181.179 m².

Considerando un costo de construcción estándar de 34 UF/m², y sin que se hayan desarrollado en los últimos dos años licitaciones de establecimientos similares que permitan incorporar más información, se obtiene un monto total de 19.061.692 UF de costo de construcción que, al valor de la UF en diciembre del año 2015, representa un total de \$488.532 millones de pesos del año 2015.

TABLA 12.14
Cálculo de Cierre de Brechas al 2025

Ítem Construcción	M ²	Miles de UF	Millones de dólares
Cierre de Brechas por sobreuso	244.540	8.314	304
Requerimientos por incremento de población	134.919	4.587	168
Reposición por obsolescencia	181.179	6.160	226
	560.638	19.061	698

Fuente: Elaboración propia.



4 | **RECOMENDACIONES DE ACCIÓN**

Hoy se puede constatar que el sistema penitenciario se encuentra estancado en términos de nueva infraestructura cerrada desde comienzos de esta década, a pesar de los programas constatados en sucesivos gobiernos. En la práctica, el nivel de concreción de los presupuestos asignados a la Subsecretaría de Justicia ha sido bajo, lo que ha implicado que la mayoría de los proyectos de mayor tamaño se han ido dilatando en su concreción en el último quinquenio.

En los hechos, en los últimos años las medidas que han incidido en el sistema penitenciario no han provenido del desarrollo de nueva infraestructura, sino que de los cambios en la aplicación de penas, aumentando a partir del año 2013 la aplicación de penas alternativas y, en segundo lugar, de la aplicación de estándares que permitieron mayor habitabilidad a los penales concesionados, como parte de una medida administrativa y de readecuación de espacios que no estaba contemplada en el diseño de la construcción ni operación de dichos penales. Esta situación puede originarse en una baja prioridad social para el sector y, adicionalmente, a una baja disponibilidad presupuestaria absoluta y en términos de usos alternativos en los últimos dos años.

En términos sistémicos, el modelo de gestión de las inversiones utilizado en el sector penitenciario no difiere del genérico establecido por el Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Hacienda principalmente. Posiblemente, el hecho de que la Subsecretaría de Justicia concentre la mayoría de los proyectos de cierta envergadura, ha motivado una menor capacidad de dar curso a los presupuestos de inversiones a su cargo en los últimos años. En este sentido, una primera recomendación general que pudiera ser útil en estas materias sería la de descentralizar los procesos de inversiones, en colaboración con Gendarmería de Chile, hacia regiones del país.

Una segunda recomendación tiene que ver con la reintroducción del modelo de cárceles concesionadas, que demostró en la década anterior la capacidad de diseñar, construir y operar penales eficientes y de mayores estándares que permitieron mejorar las características de reinserción y seguridad del sector en su conjunto.

La magnitud de las brechas que se pueden evidenciar en materia de requerimientos de infraestructura, metros cuadrados construidos y financiamiento asociado son de gran magnitud, y constituyen un desafío enorme para cualquier gobierno, especialmente durante un periodo de estancamiento económico como el actual.

Desde el punto de vista de la gobernanza, al igual que en otros sectores sociales, el desarrollo de proyectos de infraestructura en este sector adolece de baja transparencia y participación ciudadana, sin que exista un sistema conocido de monitoreo del avance de obras en términos físicos y financieros más allá de los provistos por la Dirección de Presupuesto, con la Tercera Subcomisión de Hacienda, que analiza el avance de los sectores a los que se solicita informar de estas materias en la Ley de Presupuesto y, finalmente, por la vía de las solicitudes de transparencia. Ninguna de estas vías es expedita en el conocimiento de la ejecución real y una recomendación clara debe ser realizada en estas materias.

Una cuarta recomendación tiene que ver con la optimización de la infraestructura existente en términos de redistribución de internos, de manera de dar uso a los penales con baja tasa de ocupación mayoritariamente ubicados hacia las regiones extremas del país.

Finalmente, si bien las tasas de encarcelamiento se han estabilizado en el país en los últimos años, lo que constituye el resultado de la aplicación de penas alternativas, no es posible conocer a priori el resultado de las posibles modificaciones al sistema judicial y sus criterios de operación por la vía del nuevo código penal aún en desarrollo inicial, pero que sin duda puede ser una fuente de criterios y normativas legales más duras para los jueces, los que tendrán menos alternativas en términos de penas. En este sentido, nada hace pensar que la sociedad chilena será más permisiva en términos de conductas a penalizar o castigar con encarcelamiento.

