



Fondo de Investigación y Desarrollo en Educación  
Departamento de Estudios y Desarrollo  
División de Planificación y Presupuesto  
Ministerio de Educación

---

La geografía de las oportunidades educativas:  
Determinando el acceso real de los estudiantes a  
establecimientos educacionales efectivos para generar  
políticas públicas que mejoren la provisión de  
educación de calidad

Investigador principal: Patricio Rodríguez

Equipo de investigación: CIAE, Universidad de Chile - CIT, UAI

Institución Adjudicataria: Universidad de Chile

Proyecto FONIDE N°: F911435

---

Marzo 2016

---

## INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN

Fecha inicio del Proyecto: 10.06.2015

Fecha término del Proyecto: 31.03.2016

Monto adjudicado por FONIDE: \$32.799.500

Monto total del proyecto: \$32.799.500

Número de decreto: 875

Fecha del decreto: 10.06.2015

Incorporación o no de enfoque de género: No

Tipo de metodología empleada: Cuantitativa

Comentaristas del proyecto: -

Las opiniones que se presentan en esta publicación, así como los análisis e interpretaciones, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del MINEDUC.

Las informaciones contenidas en el presente documento pueden ser utilizadas total o parcialmente mientras se cite la fuente.

Esta publicación está disponible en [www.fonide.cl](http://www.fonide.cl)

---

Índice de contenido	
1	Introducción ..... 5
2	Contextualización / Antecedentes ..... 10
3	Preguntas de Investigación ..... 11
4	Hipótesis y Objetivos ..... 12
4.1	Hipótesis..... 12
4.2	Objetivos..... 12
5	Marco teórico o conceptual ..... 13
5.1	Generación de indicadores territoriales ..... 13
5.2	Tipología de territorios ..... 16
6	Metodología..... 18
6.1	Selección del Índice de Escuelas Efectivas ..... 18
6.2	Bases de datos utilizadas y construcción de la muestra ..... 19
6.3	Escuelas efectivas: clasificación en base a indicadores referentes a estándares de aprendizaje 20
6.4	Estimación de la oferta ..... 22
6.5	Estimación de la demanda..... 22
6.6	Metodología de cálculo del Indicador de Acceso a Escuelas Efectivas (IAEE) ..... 23
6.7	Estimación de los parámetros del algoritmo para el IAEE..... 24
	Propensión de desplazamiento..... 24
	Estimación del Grupo Socio-Económico por manzana..... 26
	Tamaño de la isocrona a considerar para el cálculo del IAEE ..... 27
	Proporción de estudiantes por edad y GSE..... 28
	Simplificación de algunos cálculos ..... 28
7	Resultados de la investigación..... 29
7.1	Diagnóstico de la situación de acceso educación de las 10 principales ciudades del país..... 29
	Gran Santiago..... 29
	Gran Concepción ..... 30
	Gran Valparaíso ..... 32

---

La Serena y Coquimbo.....	33
Temuco.....	34
Antofagasta.....	35
Iquique y Alto Hospicio.....	36
Rancagua – Machalí.....	37
Puerto Montt – Puerto Varas.....	38
Talca.....	40
<b>7.2</b> Tipología de zonas geográficas de falta de oportunidades educativas en cada ciudad.....	41
Gran Santiago.....	41
Gran Concepción.....	43
Gran Valparaíso.....	44
La Serena y Coquimbo.....	45
Temuco.....	46
Antofagasta.....	47
Iquique y Alto Hospicio.....	48
Rancagua - Machalí.....	49
Puerto Montt – Puerto Varas.....	50
Talca.....	51
<b>7.3</b> Distribución de estudiantes de grupos socioeconómicos D y E.....	52
<b>7.4</b> Listado de establecimientos que puedan mejorar significativamente el acceso a oportunidades educativas.....	53
<b>8</b> Conclusiones.....	56
<b>9</b> Discusión.....	58
<b>10</b> Recomendaciones para la formulación de políticas públicas.....	58

---

## Resumen

El presente estudio tiene por objetivo determinar el acceso que los estudiantes de educación básica tienen a establecimientos efectivos en las principales 22 ciudades del país. Para esto se construyó un índice de escuelas efectivas, que considera a todos los establecimientos con 30% de sus estudiantes con un estándar de aprendizaje adecuado o superior, de acuerdo a los lineamientos del MINEDUC. A partir de este índice se elaboró un Índice de Acceso a Escuelas Efectivas (IAEE) que considera la propensión a desplazarse de los estudiantes según edad y GSE, así como también un tamaño de isocrona (lugar geométrico de todos los puntos que se pueden alcanzar desde un punto específico en un tiempo determinado) específica para cada ciudad. Para la generación de este indicador se usaron metodologías de análisis espacial, específicamente Análisis de *Clusters* y Valores Atípicos. Se utilizaron datos de distintas fuentes, como los directorios de establecimientos del MINEDUC, el Censo del 2012 y datos geoespaciales de manzanas entregados por el Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibañez.

Para generar resultados se construyeron mapas que muestran realidades diversas de acuerdo a cada ciudad. Siendo lo más común que exista una concentración espacial de patrones positivos de acceso, usualmente en lugares centrales o de altos ingresos. Finalmente, Se da cuenta del carácter crítico de la dimensión espacial, enfatizando aquellas ciudades con condiciones de mayor desigualdad o menor cobertura general como posibles focos de intervención de una posible política pública.

Palabras clave: oportunidades de educación, inteligencia territorial, accesibilidad urbana, equidad, propensión de desplazamiento.

---

# 1 Introducción

En la actualidad, Chile está en medio de una ambiciosa reforma educativa cuyos principales objetivos son (Gobierno de Chile, 2015):

- (1) Priorizar y fortalecer la educación pública, transfiriendo la administración de los establecimientos públicos desde los municipios a unos nuevos, pero aún inexistentes Servicios Locales de Educación (SLE) Pública;
- (2) Eliminar las asimetrías entre entidades educacionales públicas y privadas con financiamiento público, eliminando la selección de estudiantes, el co-pago de los padres y el lucro de los sostenedores (la reciente aprobada ley de inclusión escolar) (Biblioteca del Congreso Nacional, 2015), y
- (3) Fortalecimiento de la profesión docente, atrayendo a los mejores estudiantes a las Facultades de Educación, certificando sus competencias docentes y creando una carrera docente que entregue a los profesores las condiciones de trabajo y nivel de remuneraciones de acuerdo a la relevancia de su contribución social.

Esta reforma educacional comienza después de la instalación del gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet el 11 de marzo de 2014. A continuación, se revisarán los desafíos y oportunidades de la reforma que requieren de evidencia para informar una mejor toma de decisiones.

Uno de los cambios más sustantivos que plantea la reforma en curso es la creación de los Servicios Locales de Educación Pública (SLE). Estos servicios se harán cargo de la administración de los establecimientos públicos en lugar de las municipalidades, en lo que también se conoce como ‘desmunicipalización’ de la educación. Esta modificación busca devolver el control de la educación pública al Ministerio de Educación a través de un sistema de administración desconcentrado.

Ahora bien, actualmente Chile tiene aproximadamente 17,6 millones de habitantes (OECD, 2016), cuya población se concentra principalmente en 10 ciudades con un 24% de población rural (OECD, 2014a), distribuida en un largo y angosto territorio de 4.329 km de largo (de norte a sur) con un ancho promedio de sólo 180 km (de este a oeste), y una superficie continental de 756.770 km<sup>2</sup>. Chile es miembro de la OCDE con un producto geográfico bruto de US\$ 22.254 per cápita (OECD, 2016), pero con un índice Gini de 0,508 (2011) siendo el más alto de los países que pertenecen a dicha organización (OECD, 2015). Esto significa que Chile tiene un alto nivel de inequidad en la distribución del ingreso, mientras que el promedio para este mismo índice entre los miembros de la OCDE es 0,32 (OECD, 2015).

Esta diversidad geográfica y socio-demográfica de Chile hace que los territorios —a través de su contexto específico de demografía, accesibilidad urbana, concentración de los centros de empleo,

---

segregación socioeconómica, entre otros— generen una serie de desafíos para los SLE que requieren ser tomados en consideración, especialmente en la decisión de los tamaños, coberturas y asignación de las escuelas a cada uno de ellos. Estas relaciones no son evidentes y existe el riesgo que las autoridades a cargo de la reforma ignoren estos factores en el diseño y generación de la nueva legislación **simplemente porque no pueden ‘ver’ estas interacciones**. En el siguiente ejemplo pretende ilustrarse esto.

Gracias al proyecto FONDEF CA13I10023<sup>1</sup>, se ha generado una gran cantidad de evidencia respecto a la integración de distintos territorios dentro de una ciudad o región. En este caso particular, se muestra el desplazamiento diario de estudiantes en Santiago.

Existe gran cantidad de desplazamientos en todos los niveles (pre-escolar, enseñanza básica y media) y dependencias (municipal, particular subvencionado y particular pagado), donde algunos comunas “importan” alumnos desde toda la ciudad (Figura 1). Estos desplazamientos son de gran magnitud en algunos casos. Por ejemplo, todos los días viajan desde la comuna de Puente Alto a La Florida, más de 11.000 estudiantes.

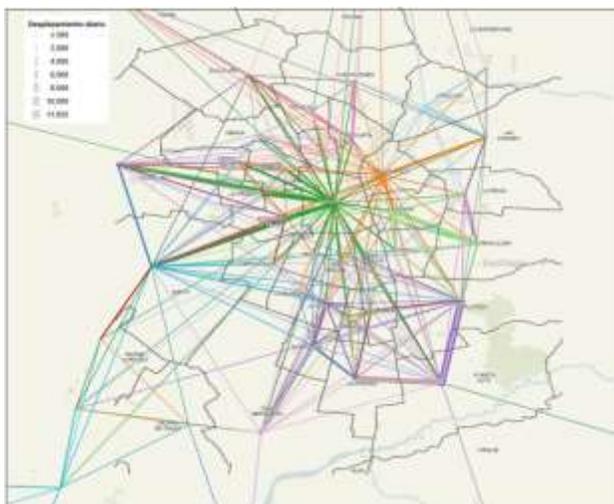


Figura 1: Flujos de estudiantes desde las comunas donde viven a donde estudian. Los flujos del mismo color, representan viajes a una misma comuna y el ancho de las líneas representa la cantidad de alumnos que viajan a una comuna dado (sólo se muestran flujos mayores a 100 estudiantes).

Entonces, la pregunta obvia que surge es: ¿Por qué los estudiantes se desplazan?

---

<sup>1</sup> Un prototipo de un sistema analítico e interactivo para apoyar el diseño, desarrollo y evaluación de políticas públicas en educación, adjudicado en el II Concurso FONDEF IDeA 2013.

Para explicar este fenómeno, se examina la cobertura de matrícula para todos los niveles educativos considerando la accesibilidad urbana empleando isocronas (ver sección 2, Figura 5). Dicha accesibilidad se calculó usando un modelo de transporte que considera una distancia dada a cada establecimiento: 10 minutos caminando. Esto permitió calcular un índice de servicio para cada manzana de la ciudad, como se ha hecho para otros problemas urbanos (Comber, Brunsdon, & Green, 2008a; Figueroa, 2008; Hillsdon, Panter, Foster, & Jones, 2006; Oh & Jeong, 2007; Reyes & Figueroa, 2010). Este Índice de Servicio Escolar (ISE) se calculó como la razón entre la oferta (total de vacantes disponibles en los establecimientos dentro de una isócrona de 10 minutos caminando de la manzana) y la demanda (población de estudiantes de cada manzana según el censo).

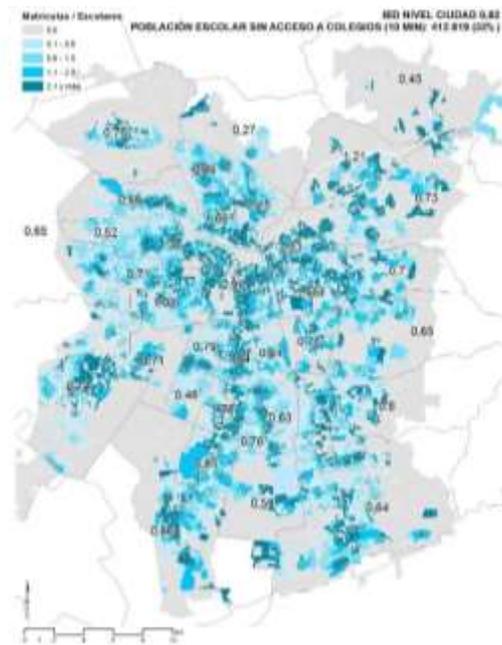


Figura 2: Mapa de densidad que muestra el nivel del índice de servicio escolar para cada manzana de la ciudad de Santiago. Las áreas en gris muestran que hay 0 vacantes para los estudiantes que viven en dichas manzanas a 10 minutos caminando de su hogar.

Los resultados del índice se muestran en un mapa coloreado (Figura 2). El Índice de Servicio Escolar visualiza y cuantifica el problema de la falta de oferta de establecimientos cercanos (en una isócrona de 10 minutos caminando) en comunas específicas, que se manifiesta en el desplazamiento de estudiantes. Muestra que existe una cobertura desigual en distintas comunas.

Existen comunas como Huechuraba (0,27), Lo Barnechea (0,45), Lo Espejo (0,46), Cerro Navia (0,53), La Pintana (0,59), La Granja (0,63) y Puente Alto (0,64) que tienen valores muy por debajo de la media a nivel ciudad: 0,82 (matrículas/estudiante). Otras, tienen índices muy superiores, como por ejemplo, Santiago (2,99), Providencia (2,53), San Miguel (1,84), La Cisterna (1,78), Ñuñoa e Independencia (ambas con 1,66).

Las áreas grises en la Figura 2 muestran que no hay vacantes dentro de una distancia de 10 minutos caminando (32% de los estudiantes) y se encuentran principalmente en la periferia de la ciudad. Por otro lado, las áreas azul oscuro son manzanas con superávit de vacantes. La Figura 3 muestra la superposición entre los flujos desde comunas con menores valores de ISE (Huechuraba, Lo Barnechea, Lo Espejo, Cerro Navia, La Pintana, La Granja y Puente Alto) y el mapa de densidad de la Figura 2.

Con los cambios en la educación pública, los establecimientos públicos serán asignados a un SLE que como mínimo combinará dos comunas, buscando criterios de economías de escala que la mayoría de las comunas actualmente no cumplen (Mineduc, 2015). Los resultados anteriores muestran que los establecimientos educativos sirven a una población más amplia que la de los estudiantes que viven en su correspondiente comuna, algunos de ellos con características muy distintas de los alumnos 'nativos'. Los padres y apoderados no toman en consideración las divisiones administrativas cuando escogen colegios y sus opciones se restringen a factores invisibles a la política pública en educación como la cobertura de transporte público, la segregación socioeconómica, la distribución espacial del empleo la disponibilidad desigual de establecimientos dentro de la ciudad. Dado que estos resultados hacen visible el fenómeno, y muestran la integración específica entre diferentes comunas, entregan evidencia directa para la asignación territorial o la necesaria coordinación entre los nuevos Servicios Locales de Educación en la reforma en curso.

El ISE hace tangibles diferencias sustantivas entre los territorios que serán parte de los SLE, presionando por definir un estándar de servicio mínimo tanto de oferta pública como privada. Al

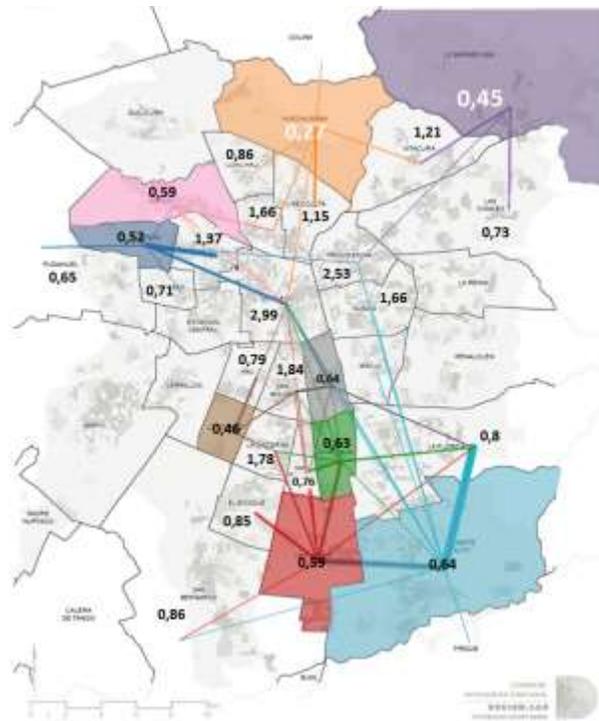


Figura 3: Flujos de aquellas comunas con mayor exportación de estudiantes (menor ISE), superpuesto con el mapa de la Figura 2 (sólo se muestran flujos mayores a 100 estudiantes). Los estudiantes se desplazan hacia comunas con mejores valores de ISE.

---

establecer dicho estándar es posible determinar prioridades dónde mejorar la cobertura en educación y es un insumo.

No obstante lo anterior, es de suma importancia interpretar los indicadores espaciales (como los anteriormente generados) en su contexto para que guíen la política pública.

Lo anterior se puede contextualizar a través de dos ejemplos. Primero, se infiere causalidad a partir de la diferencia entre la cobertura de establecimientos públicos y privados en las comunas dentro de la ciudad, lo que explicaría el desplazamiento diario observado de más de 11.000 estudiantes entre Puente Alto (0,64) y La Florida (0,8) que son comunas de gran tamaño.

Un segundo ejemplo se observa en la Figura 3. Entre las dos comunas con peor ISE se encuentran Lo Barnechea (0,45) y Lo Espejo (0,46) que numéricamente tienen índices muy similares.

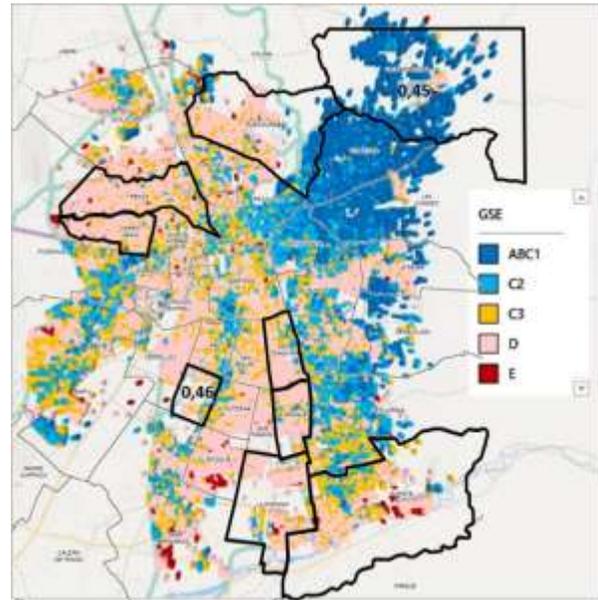


Figura 4: Comunas de Lo Espejo y Lo Barnechea en el contexto de la distribución socioeconómica espacial del Gran Santiago. Lo Espejo es una comuna pobre, mientras que Lo Barnechea tiene una alta concentración de familias más adineradas.

Sin embargo, como se muestra en la Figura 4, tienen características totalmente diferentes respecto al nivel socioeconómico de la gente que viven esos territorios. Por lo tanto, para la política pública es más prioritario invertir los recursos en mejorar los índices de Lo Espejo, que de Lo Barnechea, puesto que parte importante de los niños de Lo Barnechea tiene acceso a medios de transporte eficientes para acceder a colegios en otros puntos cercanos al territorio.

Usando un procedimiento similar, otros índices de servicio pueden calcularse para cualquier manzana de una ciudad y para cualquier dato localizado espacialmente, usando el tiempo (que depende de la opción de transporte) como parámetro. Las distancias dentro de cada ciudad son calculadas usando un modelo de transporte (pedestre, transporte público y privado) que toman en cuenta la dirección de las calles y la congestión dependiente de la hora del día.

---

EN SÍNTESIS: La dimensión territorial es relevante en la reforma educativa, ya que da cuenta de la heterogeneidad del país. La construcción de indicadores, el uso técnicas de visualización analítica y modelos explicativos/predictivos, son instrumentos que permiten explicitar fenómenos y relaciones con variables no educativas previamente invisibles que contribuyan a la implementación práctica de la reforma, especialmente en términos de diagnosticar déficits y definir estándares de servicio.

Estos indicadores son de suma importancia para los nuevos Servicios Locales de Educación Pública porque permiten establecer prioridades, asociar recursos y evaluar el cumplimiento de metas para disminuir las brechas que puedan existir en los territorios bajo su cargo.

## 2 Contextualización / Antecedentes

Está comprobado que el actual sistema escolar chileno presenta una relación extrema entre las condiciones sociales de las familias y el desempeño —entre las más altas para PISA 2012 (OECD, 2014b)— y una extrema segregación social (Valenzuela, Bellei, & de los Ríos, 2014). De esta forma, es más frecuente que establecimientos de mejor desempeño promedio (medidos en dimensiones como SIMCE, clima y convivencia escolar, entre otros) se encuentren en territorios de mejores ingresos. Por el contrario, los colegios de mejor desempeño son una oferta más reducida para los estudiantes vulnerables, especialmente en sus primeros años de escolaridad.

Sin embargo, en los primeros años de escolaridad la cercanía al establecimiento educacional es crítica, en especial para aquellos estudiantes de familias de clase media y familias vulnerables, porque estar rodeado solo de escuelas menos efectivas implica casi con certeza que los niños de esos barrios asistirán a este tipo de establecimientos, incrementando las probabilidades del fracaso escolar.

Por lo tanto, conocer la accesibilidad a este tipo de establecimientos daría cuenta no sólo de un importante indicador relativo para los diferentes grupos sociales de estudiantes, sino que también permitiría identificar las zonas donde es urgente mejorar la gestión de algunos establecimientos para asegurar un acceso más equilibrado a establecimientos efectivos en todo el territorio. Sería posible determinar si las familias —diferenciadas según su nivel socioeconómico— tienden a preferir este tipo de establecimientos en el tiempo, además de promover su mayor ocupación como parte del fortalecimiento de la educación pública.

---

### 3 Preguntas de Investigación

En función de lo anterior, la pregunta de investigación que guía el presente proyecto es: ¿Cuál es la situación de accesibilidad a oferta educativa efectiva? El indicador ISE (sección 1), da cuenta simplemente que hay una oferta educativa espacialmente concentrada en los territorios, producto de la inexistencia de políticas públicas a escala urbana. Por lo tanto, dada las implicancias sociales ya discutidas en la sección 2, es sumamente relevante determinar la accesibilidad a “buenos” establecimientos de la población más vulnerable.

---

## 4 Hipótesis y Objetivos

### 4.1 Hipótesis

La hipótesis del presente proyecto es que, en la práctica, existe una verdadera “geografía de las oportunidades educativas”, que permanece oculta en la forma actual en que se analizan los datos en educación, puesto que no se considera dentro de sus análisis la accesibilidad urbana. Esta geografía de las oportunidades, es una dimensión de la inequidad de un determinado territorio y que el Estado —a través de distintas políticas públicas multisectoriales— debiera minimizar a lo largo del tiempo puesto que —proponemos— es en sí misma un indicador de calidad, equidad y de mejoramiento para el sistema educativo chileno.

### 4.2 Objetivos

Dado que esta es la primera aproximación en Chile a una métrica de este tipo, este proyecto se concentrará en determinar el acceso de los estudiantes de educación básica, pues es importante que a temprana edad puedan recibir la mejor educación posible, ya que después es muy difícil revertir la brecha que se produce por la falta de acceso a educación de calidad (Barber & Mourshed, 2007). Por lo tanto, los objetivos de esta investigación son los siguientes.

Objetivo general:

Determinar el acceso real que actualmente tienen los estudiantes de educación básica, de acuerdo a su condición socioeconómica, de las principales ciudades del país<sup>2</sup> a establecimientos educacionales efectivos y generar recomendaciones de acciones y evaluación de políticas públicas a partir de este diagnóstico.

Objetivos específicos:

1. Construir un índice para identificar escuelas efectivas (IEE).
2. Construir un índice que —una vez identificados las escuelas efectivas en el territorio a analizar— permita calcular el acceso real de cada estudiante a ellos —en adelante IAEE—, para así generar mapas de las ciudades que muestren el nivel de acceso real mostrando aquellas zonas que tengan niveles críticos, bajos y medios de acceso.

---

<sup>2</sup> Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Copiapó, Coquimbo/La Serena, San Antonio, Valparaíso/Viña, Quillota/La Calera, Santiago, Rancagua, Curicó, Talca, Chillán, Los Ángeles, Gran Concepción, Temuco, Valdivia, Osorno, Puerto Montt, Coyhaique y Punta Arenas

- 
3. Determinar la diferenciación del IAEE de acuerdo a: nivel socioeconómico de los estudiantes, promedio por comuna de las ciudades (donde se pueda realizar el estudio). De esta forma se determinará la desigualdad territorial en el acceso a una educación de calidad o en proceso de mejoramiento hacia condiciones de mayor efectividad. También se analizará la sensibilidad del índice a distintos parámetros como por ejemplo, el tiempo de viaje del estudiante y el medio de transporte al que pueda acceder.
  4. Generar recomendaciones de política pública para subsanar en el corto, mediano y largo plazo esta situación.

## 5 Marco teórico o conceptual

El concepto de Inteligencia Territorial tiene su origen en la segunda mitad de la década de los '90 en Francia, como un término propuesto para dar una base científica a las ideas de desarrollo sostenible y la importancia de los territorios como un espacio de acción para la comunidad (Girardot, 2010). La inteligencia territorial hace uso de tecnologías de la información como herramientas de diagnóstico, para combinar enfoques cualitativos, cuantitativos y espaciales, respetando además los enfoques de participación y aproximación global (multidisciplinaria y multisectorial) (Girardot, 2010), que deriven en una forma trabajo cooperativa entre actores y la comunidad (Miedes, 2009).

Su aplicación en el campo de las políticas públicas permite re-conceptualizar los modelos de intervención y gestión dando la posibilidad de instrumentar nuevos valores de cohesión y desarrollo conjugando eficiencia, gobernanza, cohesión y sostenibilidad (Almasa Maza, 2010), para desarrollar alternativas de participación pública que incluyan más al ciudadano y le den herramientas de comunicación con los tomadores de decisiones (Bugs, Graneli, Fonts, Huerta, & Painho, 2010).

A continuación, se explican brevemente dos aspectos puntuales de la Inteligencia territorial; la generación de indicadores territoriales y los análisis necesarios para generar tipologías territoriales.

### 5.1 Generación de indicadores territoriales

Para la generación de indicadores territoriales, se utilizan técnicas que permiten calcular niveles de servicio a distintas escalas, para cuantificar el grado de accesibilidad que tiene el territorio a bienes públicos, servicios, u otro tipo de oferta (Comber, Brunsdon, & Green, 2008b) en combinación con variables sociodemográficas. La accesibilidad depende de la geografía local, para lo cual se utiliza el concepto de isocrona (Oh & Jeong, 2007).

Una isocrona (Figura 5) corresponde al lugar geométrico que engloba todos los lugares que se pueden alcanzar desde un punto dado en un tiempo fijo en algún modo de transporte específico. Por lo tanto, su cálculo considera las redes de transporte de las ciudades, que varía dependiendo de la hora en que se produce el desplazamiento (horario punta o valle), los sentidos de tránsito de las calles y el tipo de transporte que se utiliza.

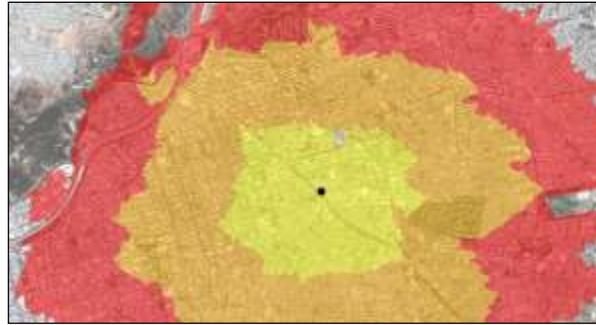


Figura 5: Ejemplo de isócrona para Santiago. Se muestran los sectores de la ciudad a los que se puede llegar desde un punto fijo (negro), en 5 (amarillo), 10 (naranja) y 15 minutos (rojo) en automóvil.

Si bien existe capacidad para realizar este tipo de cálculo en distintos modos de transporte, en la práctica, dada la importancia de la accesibilidad local, se utilizó transporte pedestre para la medición de los indicadores y distancias para determinar la propensión de movimiento.

El cálculo de estos indicadores lo ejemplificaremos para el caso del ya mencionado Índice de Servicio Escolar (ISE) (sección 1, Figura 2). El cálculo se ilustra con el mapa de la Figura 6, en el cual se muestran dos establecimientos educacionales rodeados de 12 manzanas, y como cada uno entrega cobertura a los estudiantes localizados en sus respectivas manzanas, tomando una isocrona de 10 minutos caminando.

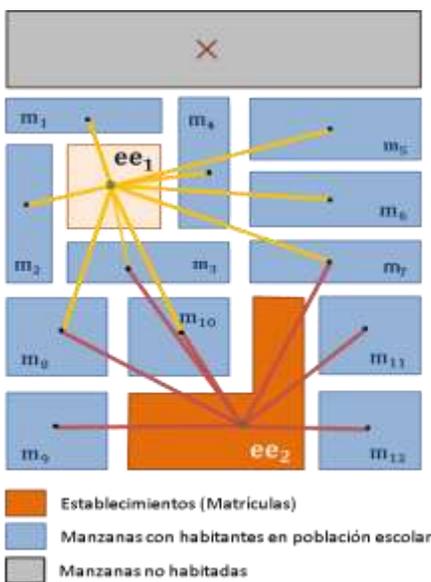


Figura 6: Mapa que ilustra el cálculo del índice de acceso a establecimientos efectivos.

En este caso, el establecimiento educacional 1 ( $ee_1$ ) atiende 9 manzanas ( $m_1, \dots, m_8, m_{10}$ ) desde las cuales es posible llegar a  $ee_1$  porque se encuentra a una distancia menor en 10 minutos de caminata, que se definió previamente como tiempo de acceso. Por lo tanto, la cobertura que entrega dicha escuela para las 9 manzanas vecinas se calcula de la siguiente forma:

$$= \frac{ee_1 \text{ Matrícula}_{ee_1}}{P_{m_1} + P_{m_2} + P_{m_3} + P_{m_4} + P_{m_5} + P_{m_6} + P_{m_7} + P_{m_8} + P_{m_{10}}}$$

Donde  $P_{m_i}$  es la población de la manzana  $i$  ( $m_i$ ).

En el caso del establecimiento educacional 2 ( $ee_2$ ), éste cubre 7 manzanas ( $m_3, m_7, \dots, m_{12}$ ) y su cobertura se calcula

---

de forma análoga. En el caso de una manzana que es cubierta por más un establecimiento, como  $m_8$  que en nuestro ejemplo es cubierta tanto por  $ee_1$  como por  $ee_2$ , el ISE se calcula como la suma de las coberturas, es decir:

$$m_8 = ee_1 + ee_2$$

De esta forma, cada manzana tiene cuantificado su nivel de servicio (en este caso matrículas por estudiante) y es posible construir un mapa asignando colores a rangos de valores (puntos de corte). Esos puntos de corte dependen de los niveles que se consideren críticos para el nivel de servicio y necesitan ser refinados para que el mapa se interprete correctamente. Así, en el caso del ISE, se genera el mapa de Santiago que se muestra en la Figura 2.

La gran ventaja de este tipo de indicadores es que pueden establecer una medida en unidades geográficas más pequeñas (por ejemplo, a nivel de manzana) para focalizar los esfuerzos de políticas públicas territorialmente. Su generalización ponderada además, los hace competitivos con los indicadores a nivel comunal y de ciudad, obviando dos vicios típicos de estos indicadores, la falacia ecológica (King, 2013;) y el problema de la Unidad Espacial Modificable – MAUP (por su sigla en inglés) (Clark & Scott, 2014; Zhang & Kukadia, 2005).

Existen nuevas técnicas para calcular la accesibilidad espacial, y se han utilizado otros indicadores con otros algoritmos de cálculo que provienen principalmente del área de la Salud (Joseph & Bantock, 1982; Luo & Qi, 2009; Luo & Wang, 2003; Wei, 2013). Dentro de estos indicadores encontramos, por ejemplo:

- *Gravity-based accessibility models* (Hanson & Giuliano, 2004): Estos modelos se basan en redes de transporte (al igual que lo discutido previamente) para cuantificar el acceso a los nodos (ej., manzanas o establecimientos educacionales en nuestro caso), pero se combinan con una medida de oportunidad de acceso que mide la accesibilidad relativa de una localización específica. Así, se utiliza una función que define el esfuerzo necesario para superar dicha distancia. Estos modelos se han aplicado en estudios de acceso a la Salud (Joseph & Bantock, 1982) y a fuentes de empleo (Sheen, 2011).
- *Spatial decomposition method* (Radke & Mu, 2000): Mide el acceso a servicios sociales, calculando la razón entre la oferta y la demanda centrada en la localización específica de un proveedor y suma dicha razón para los habitantes de cada zona residencial, utilizando distancias euclidianas (líneas rectas).
- *Two Step Floating Catchment Area (2SFCA)* (Luo & Wang, 2003): Son un caso especial de los modelos de gravedad. En primer lugar se calcula la disponibilidad de la oferta en relación con la demanda de la población (en un umbral de tiempo de viaje) y en segundo lugar se suman de todas las razones oferta/demanda calculadas en el primer paso. Este es el método utilizado para calcular el ISE. Estos modelos se han mejorado incluyendo una función de decaimiento de la distancia, en lo

que se conocen como modelos E2SFCA (*Enhanced Two-step Floating Catchment Area*) (Luo & Qi, 2009).

- *Three Step Floating Catchment Area* (3SFCA) (Wan, Zou, & Sternberg, 2012): Corresponde a la misma tipología especial del modelo mencionado anteriormente, pero genera una tercera área de captura con el fin de evitar la sobrestimación de la demanda cuando existe acceso a más de un centro de salud.

Todos los indicadores previamente mencionados combinan factores de accesibilidad espacial y no espacial. En este último caso se requiere tener información demográfica de la población (por ejemplo, edad y sexo), nivel socioeconómico (como podría ser pobreza, jefatura de hogar de hogar femenina, ingreso promedio) y de educación (analfabetismo, entre otros) que permita entender otro tipo de condiciones que afectan la accesibilidad (Wei, 2013).

## 5.2 Tipología de territorios

Para generar una tipología de territorios, se combinan distintos tipos de indicadores (calculados de la forma discutida en el apartado 5.1). En este caso se utilizaron las técnicas de detección de *clusters* (grupos) y valores atípicos (*outliers*).

En el análisis de *clusters* y valores atípicos, se calculan estadísticos que evalúan si, para una variable dada, los valores se encuentran distribuidos aleatoriamente o no en el espacio. Estos estadísticos pueden ser aplicados a nivel global (I de Morán) que resume toda una zona en estudio asumiendo homogeneidad (Moran, 1950).

A nivel local se aplica el indicador de Morán, pero a nivel de agrupación de unidades individuales, utilizando las técnicas de *Clustering* (LISA) (Anselin, 1995).

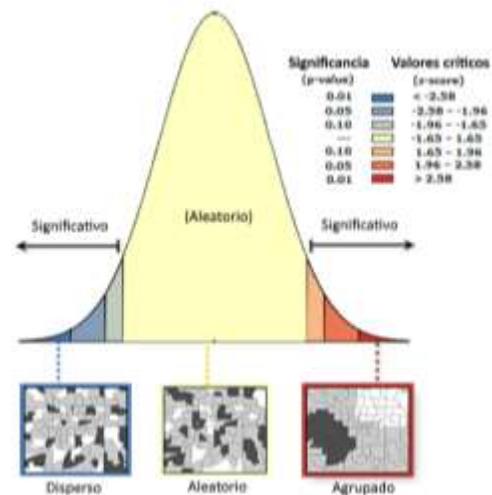


Figura 7: Distribución normalizada del indicador de Moran.

El análisis de *cluster* en su versión local tiene por objetivo relevar las concentraciones de una variable analizada, pero con significancia estadística, asumiendo que el fenómeno analizado presenta auto-correlación espacial y por lo tanto se replica en el espacio de manera concentrada.

Desde el punto de vista metodológico, la utilización del indicador requiere de un criterio preliminar de vecindad, lo que es estimado a través de una matriz de pesos espaciales. Esta matriz puede exigir

---

contigüidad topológica o bien trabajar con un rango de distancia, en función del cual (y dependiendo del fenómeno) se considera que una entidad en el espacio (en este caso la ciudad) es vecina.

La interpretación del indicador depende de un Puntaje Z que indica la fuerza con que se relaciona la manzana o la unidad analizada con su vecina. Si el valor es alto (mayor a 2,58) se asume auto-correlación, si el valor es cercano a 0 se asume que no hay correlación y si el valor es negativo (menor a -2,58) hay auto-correlación negativa. No obstante, este valor por sí solo no es suficiente, por lo que debe analizarse en conjunto con la significancia estadística (valor  $p$ ). Así, si la significancia es menor a 0,05 (95% de confianza) se considera que la auto-correlación es estadísticamente significativa. Dado que el estadístico genera un indicador normalizado, si este indicador es significativo en la cola de la izquierda, entonces la variable está dispersa por el territorio. En cambio, si la significancia en cola de la derecha indica que la variable se encuentra agrupada espacialmente (Figura 7).

Los análisis LISA, están basados en fenómenos ampliamente abordados en estudios de corte espacial, bajo la premisa de la primera ley en Geografía –la ley de Tobler (Miller, 2004) – que señala: *“todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas más próximas en el espacio tienen una relación mayor que las distantes”*. Esta noción es relevada también a partir de los fenómenos de dependencia espacial y auto-correlación espacial.

De esta forma, los análisis de *cluster* permiten identificar espacialmente los grupos (o valores atípicos) que son de una alta concentración de valores altos de la variable analizada rodeados de otros valores altos en la misma variable (*High-High cluster, HH*), de valores altos rodeados de bajos (*High-Low clusters, HL*), de valores bajos rodeados de altos (*Low-High cluster, LH*) y de valores bajos rodeados de valores igualmente bajos (*Low-Low cluster, LL*). En el caso del índice de Servicio escolar, los *clusters* identificados a través del análisis LISA se muestran en la Figura 8. Estos *clusters* agrupan manzanas según los valores ISE de cada una (por ejemplo, en negro se muestra las manzanas con un alto valor ISE rodeadas de manzanas con un alto valor ISE).

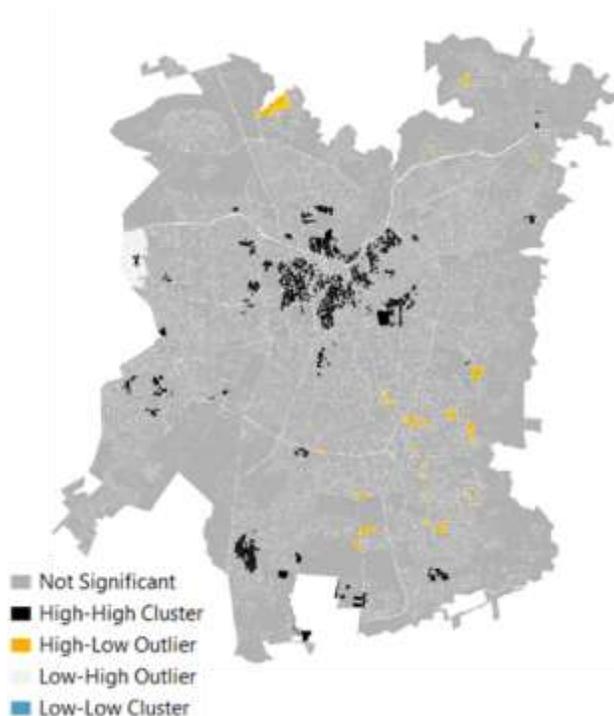


Figura 8: Resultado LISA para el Índice de Servicio Escolar.

---

Si bien estos cálculos no son comparables entre diferentes áreas geográficas (dos análisis de *cluster* por separado), sí permiten la comparación dentro del área de estudio analizada, con significancia desde la perspectiva de la estadística espacial, detallando la potencia del proceso de generación de *clusters*, a través de un valor normalizado (Puntaje Z) y su correspondiente significancia (valor  $p$ ), al igual que en el caso de los estadísticos de nivel global.

## 6 Metodología

En este apartado se revisarán cuatro procedimientos: la definición y elección de un índice de escuelas efectivas, la construcción de la muestra para calcular el índice elegido en particular, la construcción del índice de escuelas efectivas, y finalmente, la elaboración de un índice de acceso a escuelas efectivas a partir del anterior.

### 6.1 Selección del Índice de Escuelas Efectivas

Se propusieron cuatro definiciones de indicadores distintas para identificar establecimientos de educación básica (primer ciclo de educación básica) que pudieran ser considerados como efectivos. Las alternativas propuestas fueron:

- i. Según la condición de establecimiento autónomo basado en la definición de la Subvención Escolar Preferencial (SEP), incluyendo un proceso de imputación para las que no cuenten con esta identificación, por ejemplo, las escuelas particulares pagadas-;
- ii. Alcanzar un umbral mínimo en el porcentaje de estudiantes que alcanzan la condición de adecuado según la definición del Ministerio de Educación para los estándares de aprendizaje de lectura y matemática de 4° básico -se sensibilizó el porcentaje de estudiantes a 50%, 40% y 30%, donde porcentajes más bajos implican que un número mayor de escuelas pudiera cumplir este umbral mínimo;
- iii. Alcanzar un umbral mínimo en el porcentaje de estudiantes que superan la condición de insuficiente en los estándares de aprendizaje para lectura y matemática de 4° básico -se sensibilizó este porcentaje a 70%, 80% y 90%, donde a mayor porcentaje más exigente era la medida para ser considerado como un establecimiento efectivo;
- iv. Según la definición del Índice de Desempeño Escolar (IDE), donde el establecimiento se definió como de mayor efectividad si es que alcanzaba al menos un determinado *cluster* de "efectividad": Nivel básico+, o Nivel intermedio o Nivel intermedio+, donde cada nivel da cuenta de una mayor exigencia para pertenecer a este grupo de mayor efectividad; a este grupo se le

---

sumó un subconjunto adicional de establecimientos que fueron aquellos que mostraron una trayectoria de desempeño con mejoramiento sistemático o sustentable.

Dado que el equipo de la contraparte solicitó que se escogiera un único indicador de efectividad, y considerando que los requerimientos computacionales y de tiempo son intensivos para replicar los indicadores en las 22 ciudades que son parte de esta investigación, se decidió realizar las estimaciones de accesibilidad a escuelas efectivas definiendo los establecimientos efectivos como aquellos que contaran, para el año 2012, con 30% o más de estudiantes en nivel adecuado en 4º básico. Vale decir, se utilizó la segunda definición propuesta, sensibilizada al 30%. Además, definir de este modo la efectividad permite contar con un porcentaje de colegios mínimo que pudieran considerarse efectivos, de tal forma de no extremar la situación de inexistencia de estos establecimientos. Debe explicitarse que esta definición es íntegramente una decisión a nivel de equipo de investigación, por lo cual es debatible. Tal como se indica en el reporte técnico, si mientras el 29,9% de los establecimientos de educación básica cumplía en el 2012 con este umbral mínimo, al incrementar dicho umbral hasta un 50% sólo un 10,5% de los establecimientos de educación básica alcanzaban la condición de establecimiento de “calidad relativa”, reduciendo considerablemente la oferta de estos establecimientos a nivel nacional.

El primer indicador se descartó por estar condicionado al nivel socioeconómico del establecimiento, lo que implicaría que desempeños precarios en escuelas vulnerables podrían ser considerados como establecimientos efectivos, eliminando la obtención de ciertos niveles mínimos de efectividad para todos los niños. En relación a la tercera opción, la definición del Ministerio de Educación para el estándar de insuficiente parece una condición necesaria para comenzar procesos de mejoramiento, pero no para definir escuelas efectivas, puesto que es compatible que muchos estudiantes superen la condición insuficiente sin que ninguno de ellos alcance el nivel adecuado. La definición de efectividad basada en el IDE fue descartada –en el contexto que se debía escoger solo una– debido a que es altamente sensible al nivel socioeconómico de las familias que componen el establecimiento y es menos conocida en la comunidad académica. De todas formas, en un futuro cercano, pero no vinculado con la entrega del reporte final de FONIDE, el equipo investigador realizará análisis para el conjunto de los indicadores propuestos.

## 6.2 Bases de datos utilizadas y construcción de la muestra

Para las estimaciones realizadas se utilizaron los datos de escuelas presentes en 22 ciudades de Chile, que poseen datos suficientes en el CENSO para realizar las estimaciones (Ver Anexo 1).

Del total de 5.585 escuelas con educación básica presentes en la base del directorio de establecimientos del MINEDUC para el año 2014<sup>3</sup> en las 22 ciudades consideradas, 3.407 tienen educación básica para niños/as<sup>4</sup>, dentro de éstas aún se consideran todos los niveles de educación básica, por lo que aún existen colegios con educación media (aquellos colegios que comienzan en 7° básico). Al dejar solo los establecimientos con educación básica y con educación completa (de 1° básico a IV° Medio) se obtiene un total de 3.270 colegios para el año 2012<sup>5</sup>.

En el año 2012 existen colegios que no poseen matrícula en 4° básico –que será el nivel utilizado como ancla debido a las pruebas SIMCE– lo que reduce la muestra a 3.185 escuelas. De éstas, solo 3.159 escuelas presentan resultados en alguna medición SIMCE<sup>6</sup> entre los años 2002 y 2013. Estos 3.159 establecimientos conforman la muestra final con la que se trabajó. La Tabla 1 muestra la distribución de éstos, según dependencia.

Tabla 1: Total de establecimientos por dependencia.

Dependencia	Frecuencia	Porcentaje
Municipal	1.046	32,8%
Particular Subvencionado	1.803	56,6%
Particular Pagado	336	10,6%
Total	3.159	100%

La muestra utilizada correspondería aproximadamente a un 36% del total de establecimientos que proporcionan educación básica a niños y jóvenes en el año 2012<sup>7</sup>, estos corresponden a un 23% del total de las escuelas municipales, 53% de las particulares subvencionadas y a un 79% de los establecimientos particulares pagados existentes al año 2012.

### 6.3 Escuelas efectivas: clasificación en base a indicadores referentes a estándares de aprendizaje

La Agencia de la Calidad define el desempeño de los estudiantes de acuerdo al logro de ciertos niveles mínimos alcanzados en las diferentes pruebas estandarizadas, los cuales son llamados estándares de aprendizaje (eta). Las definiciones del MINEDUC para estos son:

<sup>3</sup> Se utilizó la georreferenciación de los establecimientos educacionales para el año 2014, pues no existe registro para el 2012.

<sup>4</sup> Este número no considera establecimientos de educación especial, parvularia, entre otros.

<sup>5</sup> De los colegios completos 117 tienen educación básica solo desde 7° básico y 20 colegios que informan tener educación básica al año 2012 tendrían solo matrícula en educación media –pero al 2014 año desde donde se obtuvo la muestra inicial tendrían educación básica o contando con la disponibilidad de la oferta aún no reciben matrícula–.

<sup>6</sup> Dato relevante debido a que para las clasificaciones las pruebas SIMCE así como los cuestionarios de padres serán la fuente principal de información

<sup>7</sup> El total de escuelas informadas por el MINEDUC al 2012 fue 8.674.

- Adecuado: Refleja que los estudiantes han logrado lo exigido en el currículum de manera satisfactoria, que han adquirido los conocimientos y habilidades básicas estipuladas en el currículum.
- Elemental: Da cuenta que el estudiante ha logrado lo exigido en el currículum solo de manera parcial.
- Insuficiente: Significa que los alumnos no logran demostrar consistentemente que han adquirido los conocimientos y habilidades más elementales estipulados en el currículum para el nivel evaluado (Mineduc, 2013).

En base a esto, se estimó el cumplimiento de estándares de aprendizaje como indicador de escuela efectiva, para la muestra de escuelas pertenecientes a las 22 ciudades (N= 3.159). Para esto se consideraron establecimientos donde el 50% de sus estudiantes alcanzan niveles de aprendizaje adecuado en Lectura y en Matemática, como se señaló en la segunda definición dada en el apartado 6.1. Se sensibilizó dicho porcentaje a 40% y 30%, de tal forma de reflejar indicadores menos exigentes en el contexto chileno, que presenta una educación altamente desigual y de niveles intermedios en su desempeño académico. Resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Porcentaje de escuelas que alcanzan el estándar de aprendizaje adecuado en lectura y matemática.

Porcentaje alumnos alcanza estándar Adecuado	Porcentaje
50%	10,6%
40%	17,8%
30%	30,0%
Observaciones	3.144

Tal como es posible observar en la Tabla 2 anterior, el total de establecimientos que poseen el estándar de aprendizaje estimado (3.144) es menor al número de observaciones total (3.159) para las 22 ciudades consideradas en este estudio. Por esta razón se realizó una imputación de los estándares de aprendizaje, la cual consistió en reemplazar las observaciones perdidas por el promedio de los resultados obtenidos en años adyacentes (2011 y 2013) de los estándares de aprendizaje obtenidos por cada escuela.

---

Tabla 3: Porcentaje de escuelas que alcanzan el estándar de aprendizaje adecuado en lectura y matemática.

Porcentaje alumnos alcanza estándar Adecuado	Porcentaje
50%	10,5%
40%	17,8%
30%	29,9%
Observaciones	3.159

La Tabla 3 muestra los resultados imputados, los cuales muestran la misma distribución que los resultados originales. De este modo, la imputación realizada no estaría induciendo sesgo adicional en las estimaciones.

#### 6.4 Estimación de la oferta

Se calcularon las capacidades de todos aquellos los establecimientos que cumplen con la condición de tener un umbral mínimo del 30% de estudiantes que alcanzaran el estándar de adecuado. Para ello se tomó el máximo de la suma de vacantes anuales de los últimos 10 años, de 1° a 4° básico, para tener una mejor estimación del número máximo de cupos que pueden ofrecer establecimientos sobre todo en aquellos públicos, cuya matrícula ha bajado considerablemente en dicho período y es posible que tengan en la actualidad algún tipo de capacidad ociosa.

#### 6.5 Estimación de la demanda

Para estimar la demanda, se tomó en cuenta la cantidad de niños por manzana entre 7 y 10 años según el Censo 2012. No se consideró la población de 5 y 6 años, porque parte de dicha demanda es suplida por jardines y salas cunas de JUNJI/Integra o privados. Esto implica que la oferta de vacantes para dichos niveles estaría subestimada sólo al considerar las escuelas con pre-básica por una parte, y por otra, aunque se incorporara la oferta de establecimientos JUNJI/Integra tampoco se dispone de ninguna metodología para estimar la efectividad de la educación de párvulos, ya que no rinden pruebas estandarizadas. Por eso, se consideró relevante diferenciar geográficamente el acceso a escuelas efectivas cuando los niños de dichas zonas tienen que acudir a primer ciclo básico, para las cuales sí se cuenta con una metodología.

No se incluyen proyecciones de demanda, porque cualquier proyección de demanda a 5–10 años plazo requiere definir además de la cantidad, dónde estará localizada la futura población. Es decir, debe ir aparejada con la predicción de la expansión urbana de cada una de las 22 ciudades analizadas. Dada

esta dificultad, se privilegiará la entrega de un diagnóstico de la situación presente, inexistente en la actualidad. De todas formas se consignarán las debilidades metodológicas de la información censal y como resultado final se entregarán los cálculos separados de forma que se puedan rehacer fácilmente cuando se tenga información más fidedigna.

## 6.6 Metodología de cálculo del Indicador de Acceso a Escuelas Efectivas (IAEE)

Para el cálculo del Indicador IAEE se utilizó una extensión del método de E2SFCA (*Enhanced Two-step Floating Catchment Area*) (Luo & Qi, 2009). Este método incluye una función de decaimiento de la distancia discreta en etapas. Esto permite diferenciar la movilidad espacial de los distintos grupos socioeconómicos, bajo el supuesto que la diferencia de ingreso familiar influye en la distancia que pueden recorrer los estudiantes para llegar a su escuela, especialmente considerando que el grupo etario analizado (7-10 años) en un alto porcentaje se moviliza acompañado por sus padres o apoderados.

A continuación se ilustra cómo llegar al algoritmo modificado de E2SFCA a través del cálculo del indicador ISE y cuya expresión es la siguiente:

$$E_j = \frac{C_{e_j}}{\sum_{i \in I_{e_j}} P_{ob_{m_i}}} \quad (a) \quad \text{Donde:}$$

$E_j$  es el índice de servicio que relaciona oferta y demanda de una escuela  $e_j$

$$M_k = \sum_{j \in I_{m_k}} E_j \quad (b)$$

$C_{e_j}$  es la capacidad máxima (histórica) de  $e_j$   
 $I_{e_j}$  es la isocrona de  $e_j$   
 $P_{ob_{m_i}}$  es la población de la manzana  $m_i$

Ecuación 1: fórmula general del 2SFCA

Este cálculo requiere definir una isocrona para la los establecimientos y las manzanas (10 minutos caminando en el caso del ISE, ver sección 1). En este caso:  $P_{ob_{m_i}} = \sum_{k=7}^{10} P_{ob(k)_{m_i}}$ . Es decir, la suma de las poblaciones de cada edad de interés por manzana según el Censo 2012.

Para asignar a cada edad una propensión de desplazamiento distinta, se necesita estimar la cantidad de niños de cada edad según GSE. Por ejemplo, cuántos niños de 7 años hay por cada uno de los GSE. Entonces si  $w_{ks}(m_i)$  es la proporción de niños de una edad  $k$  para cada nivel socioeconómico  $s$  de una manzana  $m_i$ , entonces:  $P_{ob_{m_i}} = \sum_{k=7}^{10} (\sum_{s \in GSE} w_{ks}(m_i) P_{ob(k)_{m_i}})$ . Donde  $GSE = \{ABC1, C2, C3, D, E\}$ . Por lo tanto, modificando la

Ecuación 1a, se obtiene:

$$E_j = \frac{C_{e_j}}{\sum_{i \in I_{e_j}} (\sum_{k=7}^{10} (\sum_{s \in GSE} w_{ks}(m_i) P_{ob}(k)_{m_i}))}$$

Ecuación 2: Algoritmo incluyendo proporción de estudiantes por GSE.

A continuación, se presenta la función de decaimiento por GSE a partir de la Ecuación 2. Si definimos  $d_{ks}(m_i, e_j)$  como la propensión a desplazarse del grupo de edad  $k$  perteneciente al GSE  $s$ , entre la manzana  $m_i$  y la escuela  $e_j$ , entonces la Ecuación 2 queda:

$$E_j = \frac{C_{e_j}}{\sum_{i \in I_{e_j}} (\sum_{k=7}^{10} (\sum_{s \in GSE} w_{ks}(m_i) d_{ks}(m_i, e_j) P_{ob}(k)_{m_i}))}$$

Ecuación 3: Algoritmo incluyendo proporción de estudiantes por GSE y propensión de desplazamiento por cada GSE.

## 6.7 Estimación de los parámetros del algoritmo para el IAEE

Hay tres parámetros que se requiere estimar para poder implementar el algoritmo definido en la sección anterior y calcular finalmente el indicador  $M_k$  para cada manzana en base a todos los  $E_j$  que cumplen la definición de ser escuelas efectivas, según el IEE ya definido..

### Propensión de desplazamiento

El primer parámetro es la propensión a desplazarse del grupo de edad  $k$  perteneciente al GSE  $s$  de la manzana  $m_i$  a la escuela  $e_j$ , es decir,  $d_{ks}(m_i, e_j)$ . El primer supuesto para este cálculo es que  $d_{ks}$  es una función que depende del grupo socioeconómico de las familias, y que es dependiente de cada ciudad e internaliza el medio de transporte utilizado, la accesibilidad urbana, clima y otros factores propios de cada ciudad.

Por lo tanto, la mejor forma de estimar este parámetro es estudiando el desplazamiento pasado de los estudiantes en cada una de las 22 ciudades a analizar. Esto evita tener que hacer supuestos sobre los medios de transporte que cada GSE utiliza y hace innecesario la sensibilización a este parámetro, como se planteaba originalmente en el segundo objetivo de esta investigación.

Para realizar esta estimación, se geolocalizaron las direcciones de los estudiantes de 7 a 10 años de todo Chile y se calculó la distancia a su escuela actual en la ciudad en que vive, a través de un modelo de transporte que supone un desplazamiento pedestre. Si bien, las familias tienen distintos medios de transporte que pueden utilizar para cubrir esa distancia, utilizar el desplazamiento pedestre permite uniformizar la distancia para todos los GSE haciéndolas comparables entre sí.

Al acumular las distancias así calculadas para cada ciudad, e imputando a cada alumno el GSE predominante de la manzana en que vive, fue posible calcular un histograma de frecuencias para cada GSE como se muestra en la Figura 9 para el caso de Santiago.

Como puede verse en este ejemplo, y como era de esperar, los alumnos de GSE más altos tienden a desplazarse distancias más largas que aquellos de GSE más bajos.

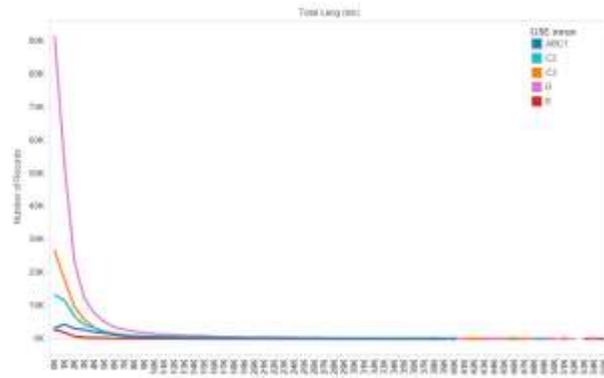
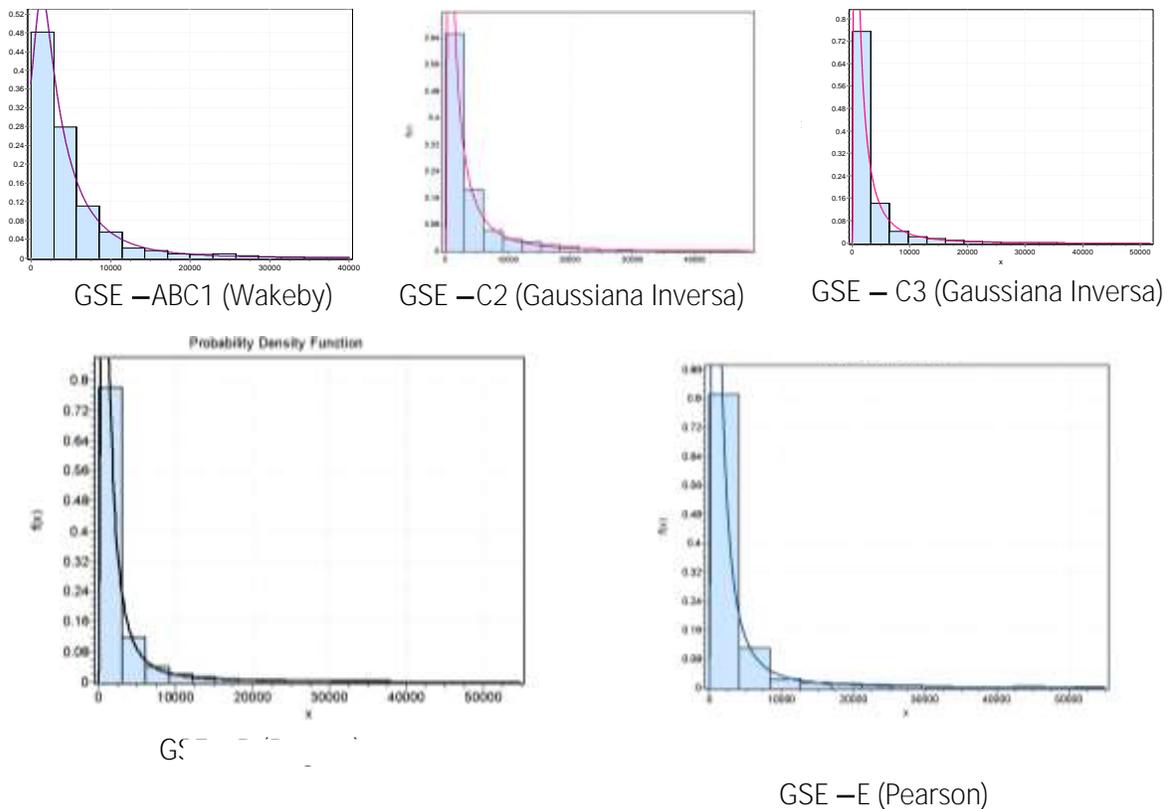


Figura 9: Histograma de desplazamiento por GSE para Santiago.

A partir de las distancias de estudiantes a sus establecimientos actuales, se determina la función de distribución de probabilidad con mayor ajuste para cada GSE y para cada edad del primer ciclo básico (7 a 10 años). El criterio de mejor ajuste se basa en el test de Kolmogorov-Smirnov (KS). Para las distribuciones de GSE se utilizaron estudiantes entre 7 y 10 años.

Por ejemplo, en la Figura 10, se muestra el ajuste por GSE de la distribución de frecuencias también para la ciudad de Santiago, considerando sólo su zona urbana.



---

Figura 10: Ajuste por GSE histograma de frecuencias de las distancias reales de los alumnos de Santiago a sus respectivas distribuciones de probabilidades.

Como puede observarse en la Figura 10, en la medida que el GSE disminuye, la probabilidad de desplazamiento crece en los primeros kilómetros recorridos. A modo de ejemplo, la Tabla 4, muestra el percentil en que se encuentra la distancia de 1.000 metros en cada una de las distribuciones por GSE.

Tabla 4: Percentil para una distancia de 1.000 metros para la distribución de probabilidades para Gran Santiago de la Figura 10.

GSE	Percentil de la distancia 1.000 metros
ABC1	15,39%
C2	28,95%
C3	36,07%
D	40,86%
E	36,19%

Esto se hizo para cada una de las 22 ciudades incluidas en este estudio.

Finalmente, cabe destacar que al utilizar una función de decaimiento continua ya no hablándose trata de un algoritmo de E2SFCA, pues este tipo de algoritmos considera una función discreta en etapas. Por lo tanto, esta es una contribución científica de este proyecto.

Las distribuciones calculadas para cada una de las ciudades se muestran en el Anexo 2.

#### Estimación del Grupo Socio-Económico por manzana

Este indicador se basa en la segmentación socioeconómica del Censo de Población del año 2002, considerando una actualización al 2012 mediante la adición de permisos de edificación entre las fechas inter-censales y su correspondiente clasificación por grupo socioeconómico, como se muestra en la Figura 11.

Cabe destacar que para dicho cálculo se requiere información complementaria de las transacciones reales (vale decir, a precio de mercado<sup>8</sup>), correspondientes a un catastro del Conservador de Bienes Raíces, lo que permite establecer una interpolación de precios de suelo (McCluskey, Deddis, Lamont, & Borst, 2000), que en conjunto con el tamaño de las unidades habitables genera la precisión con respecto a las nuevas adiciones por grupo socioeconómico. La gran debilidad de esta metodología es que no considera las migraciones internas, ni tampoco la evolución socioeconómica que puedan tener los hogares en el periodo intercensal.

---

<sup>8</sup> Obtenidas a través de las transacciones catastradas en el Conservador de Bienes y Raíces.

La ventaja de la segmentación socioeconómica proveniente de estudios de mercado radica en la utilización de información censal correspondiente a bienes de nivel educacional y hacinamiento en el hogar en su composición. Particularmente los bienes que se toman en cuenta para la construcción del GSE son analizados en función de su porcentaje de penetración de manera de convertirlos en verdaderos elementos diferenciadores a partir de su tenencia o no por parte de los diferentes grupos analizados. De esta manera, bienes que pueden ser diferenciadores en un censo, en el siguiente –dado su alta penetración– deben dejarse de lado, por ejemplo, televisores (1982–2002) y celulares (2002–2012). Con esto, las proporciones entre GSE van cambiando y evolucionando en el tiempo, situación que le da una ventaja comparativa a la tradicional medición a través de quintiles (cuantiles).

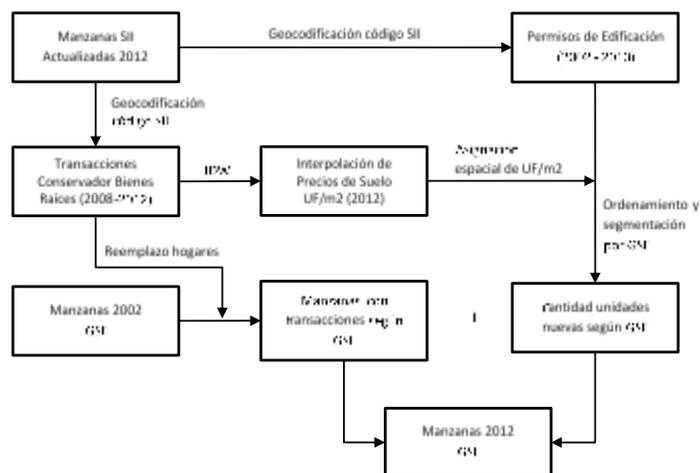


Figura 11: Esquema de Actualización GSE 2012 (Fuente: Centro de Inteligencia Territorial, 2014).

Dado la metodología establecidas en la Figura 11, puede ocurrir que algunas manzanas no hayan tenido permisos de edificación, o hayan sido sujetas a transacciones del conservador de Bienes Raíces, por lo cual no es posible estimar su GSE. Dichas manzanas serán marcadas como sin información (S/I) en los mapas.

Tamaño de la isocrona a considerar para el cálculo del IAEE

Otro factor que es necesario especificar es el tamaño de la isocrona  $I_{e_j}$  que se utilizará para cada una de las escuelas  $e_j$ . Para ello, se tomará la distancia que hace 0 la probabilidad de desplazamiento de todas las distribuciones de probabilidades (usualmente el GSE más alto), y de este modo construir isocronas para cada escuela lo suficientemente grandes para que el ajuste sea por la propensión a desplazarse y no por la arbitrariedad del área escogida. Naturalmente, este será un valor que dependerá de cada ciudad analizada.

Los resultados de los tamaños por ciudades se muestran a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5: Tamaño de isocronas máximo utilizados en cada una de las 22 ciudades.

Región	Ciudad	Isocrona (m)
15	Arica	3.946
1	Iquique y Alto Hospicio	3.699
2	Antofagasta	4.026
2	Calama	3.219
3	Copiapó	5.758
4	La Serena y Coquimbo	6.553
5	Gran Valparaíso	5.115
5	San Antonio	4.509
5	Quillota	2.480
13	Santiago	6.420
6	Rancagua	6.335
7	Curicó	5.900
7	Talca	5.300
8	Chillán, Chillán viejo	3.543
8	Gran Concepción	5.684
8	Los Ángeles	3.095
9	Temuco	4.148
14	Valdivia	5.658
10	Osorno	5.223
10	Puerto Varas y Puerto Montt	13.979
11	Coihaique	2.542
12	Punta Arenas	4.107

#### Proporción de estudiantes por edad y GSE

Finalmente, resta por estimar el parámetro  $w_{ks}(m_i)$ . Lamentablemente, los datos del Censo 2012 no contienen el detalle de población según GSE y edad, por lo que  $w_{ks}(m_i)$  se puede estimar como

$w_{ks}(m_i) = \frac{Pob\_total(m_i)_k}{\sum_{vs \in GSE} Pob\_total(m_i)_s}$ , es decir, asignando la ponderación para cada edad igual a la proporción del total de gente del GSE  $s$  en la manzana  $m_i$ .

#### Simplificación de algunos cálculos

El ajuste de distribuciones de probabilidades muestra que en algunos casos no hay diferencias estadísticamente significativas entre edades, pero sí entre GSE. En dichos casos se utilizará la distribución del GSE predominante de la manzana. Solo en los casos en que haya diferencias en las distribuciones entre GSE y edades se realizará el cálculo completo.

---

## 7 Resultados de la investigación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de los procedimientos señalados en los apartados anteriores. En primer lugar, se genera un diagnóstico -a nivel de manzana- del acceso a establecimientos efectivos por ciudad (resultados del IAEE). En segundo lugar, se reporta el resultado del análisis de *clusters*, que da cuenta de zonas de concentración de estudiantes con determinados patrones de accesibilidad. Finalmente, se identifica la cantidad de establecimientos en *clusters* de estudiantes con baja accesibilidad rodeados de estudiantes con baja accesibilidad a establecimientos efectivos, para apoyar la generación de política en torno a estos establecimientos situados en zonas carenciales, en términos de acceso.

### 7.1 Diagnóstico de la situación de acceso educación de las 10 principales ciudades del país

Este diagnóstico se realizó utilizando las metodologías discutidas en la sección 6, creando mapas a partir del cálculo del indicador IAEE generado en base a las probabilidades de desplazamiento según GSE y la definición de escuelas efectivas, según el marco teórico de la sección 5.1. A continuación, se muestran los mapas de las 10 ciudades más pobladas del país (en orden decreciente), y se discutirá descriptivamente su significado.

#### Gran Santiago

Como se observa en el caso del Gran Santiago se puede establecer una muy clara diferencia entre el llamado cono de altos ingresos -cono de suburbanización de las élites (Sabatini, Cáceres, & Cerda, 2001)- y el resto de la ciudad, siendo este cono el único con valores sobre uno (sobre oferta); por el contrario parte importante de la ciudad de Santiago se encuentra bajo el valor 1 (90%) y un 26.7% tiene valores bajo el 0,5, es decir la mitad de la capacidad de colegios admisibles para proveer oferta de escuelas efectivas. Además, es importante considerar que de ese 26% 59.023 niños (72%), pertenecen a los grupos socioeconómicos D y E, concentrados fuertemente en la periferia, principalmente en comunas como El Bosque, San Bernardo, Puente Alto, Pudahuel, Huechuraba y Quilicura.

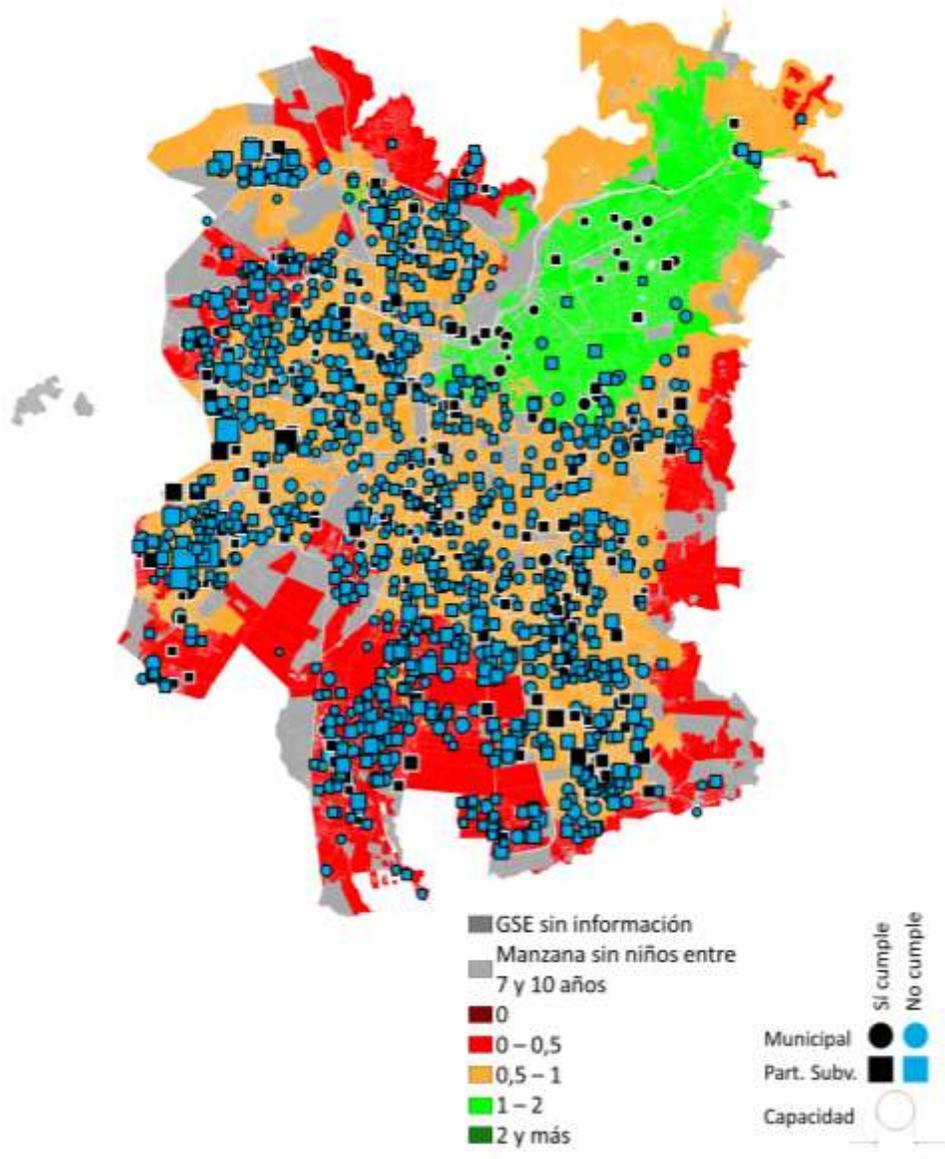


Figura 12: Mapa de Santiago del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

### Gran Concepción

Una de las características más significativas del Gran Concepción es que su conurbación es la más extendida territorialmente, lo que se traduce en grandes distancias entre las distintas localidades que la conforman. Dicha situación presupone un escenario disímil entre dichas localidades, situación que se da respetando un modelo monocéntrico de alta concentración de colegios en torno a la capital, Concepción. En esta zona se encuentran valores altos, más de dos veces la capacidad de escuelas efectivas, los cuales se van disgregando en función de la distancia, con valores entre 1,1 y 2 para

Talcahuano, San Pedro de la Paz y Fresia; valores bajo 1 en Chiguayante, Hualpén (localidades más segregadas de bajos ingresos), parte de Talcahuano, Coronel y Lota y zonas de muy baja indicador en la zona sur de San Pedro de la Paz, Penco y Lirquén.



Figura 13: Mapa de Gran Concepción del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Cabe destacar que, a pesar de este patrón, claramente asociado a los centros urbanos de más altos ingresos, las zonas sobre 1,1 agrupan más del 40% de los niños, lo que es altamente positivo si se le compara con otras ciudades. Caso especial es el de Tomé que presenta una alta concentración de colegios con valores sobre 1,1 para prácticamente la totalidad de su población entre 7 y 10 años.

## Gran Valparaíso

Para el caso del Gran Valparaíso, la situación del indicador es bastante desigual, con algunas zonas sobre 1, que corresponde a las áreas de más altos ingresos concentradas principalmente en Viña del Mar, Placilla y el área central equidistante entre los colegios efectivos localizados en Concón y Reñaca.

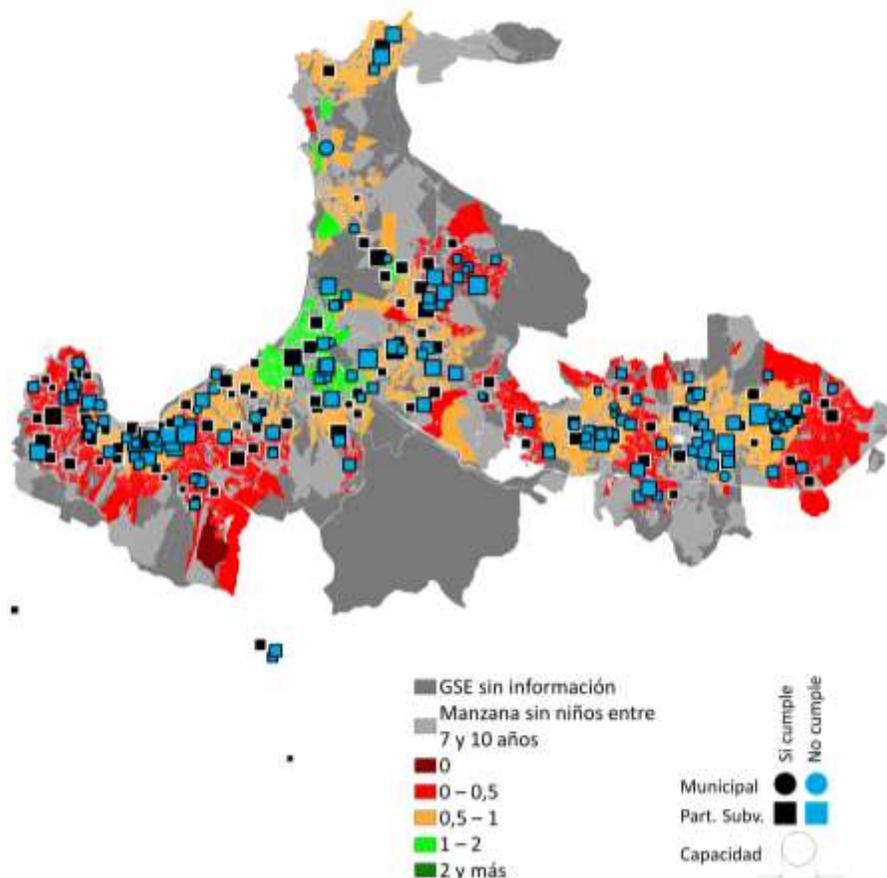


Figura 14: Mapa de Gran Valparaíso del IAAE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

En términos cuantitativos, el área con indicador sobre 1, corresponde apenas al 9,2% de los niños del Gran Valparaíso, porcentaje similar a la distribución de ABC1 en las ciudades de Chile. La distribución de

la población bajo 0,5 es bastante amplia, concentrándose en la parte alta de Valparaíso, Playa Ancha, la zona de bajos ingreso de Viña del Mar y parte de Villa Alemana y Quilpué; corresponde a un 47,12%.

Adicionalmente llama la atención que en el caso del Gran Valparaíso existen zonas en donde no se alcanzan escuelas efectivas dentro del rango de distancia, es decir, zonas desprovistas de educación efectiva. Para este caso se observan algunas zonas altas de los cerros en Valparaíso y otras zonas periféricas, pero además la totalidad de la zona correspondiente a Laguna Verde.

### La Serena y Coquimbo

La conurbación de la Serena y Coquimbo, llama la atención principalmente por dos situaciones con respecto al indicador. Lo primero es el desequilibrio entre ambas ciudades. Mientras que Coquimbo no tiene áreas con indicador sobre 1, La Serena posee parte importante de su territorio con un indicador entre 1,1 y 2. A pesar de lo anterior el segundo hecho es que el recorrido de la variable para la mayor parte del territorio no es tan desigual, es decir las diferencias sólo se concentran entre 0,6 y 2, lo que responde a una distribución adecuada de los colegios en función de la población dentro de la distancia definida como probable.

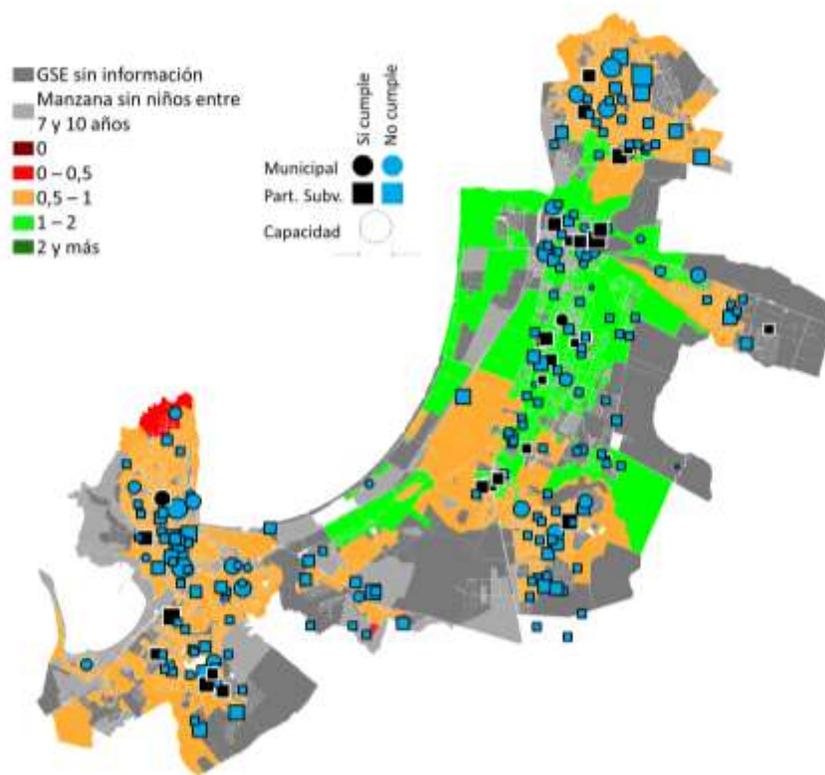


Figura 15: Mapa de La Serena Coquimbo del IAAE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las

---

escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Destacar el bajo porcentaje (1,6%) de población con menos de 0,5 de indicador, lo que habla de una situación completamente diferente si se compara con ciudades como el Gran Valparaíso o el Gran Santiago.

Finalmente, cabe destacar como dato a considerar que esta ciudad, para su extensión posee una isocrona considerable (antes que la probabilidad se vuelva 0), de más de 6 kilómetros.

### Temuco

Temuco posee la particularidad de tener una distribución de colegios que cumplen con la condición de “adecuados” muy bien distribuidos en el centro de la ciudad lo que le confiere valores altos de indicador, sobre 2,1 por dicha condición y por la menor densidad de población de las zonas comerciales.

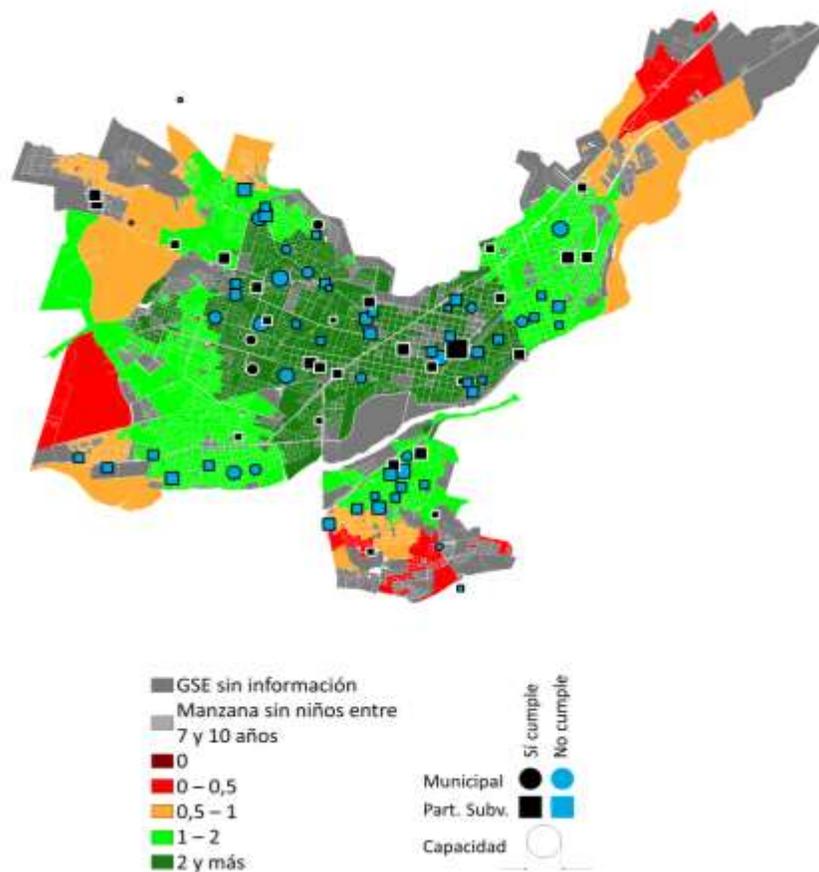


Figura 16: Mapa de Temuco del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representan las capacidades de las escuelas.

---

Los valores más bajos del indicador se distribuyen en la periferia de la ciudad de forma más acotada que otras ciudades, lo que en síntesis entrega una condición general sobre el promedio.

## Antofagasta

La ciudad de Antofagasta, siguiendo el patrón de otras ciudades posee una muy alta concentración de escuelas de calidad en su zona centro, situación que además le confiere valores de indicador altísimos, dada la baja densidad de población infantil en dichos sectores (sector predominante de oficinas y comercio). Una concentración similar se da para la zona norte, no obstante, la mayor densidad de población hace que la oferta educativa de calidad sea insuficiente quedando el indicador bajo 1 y en algunos casos, bajo 0,5.

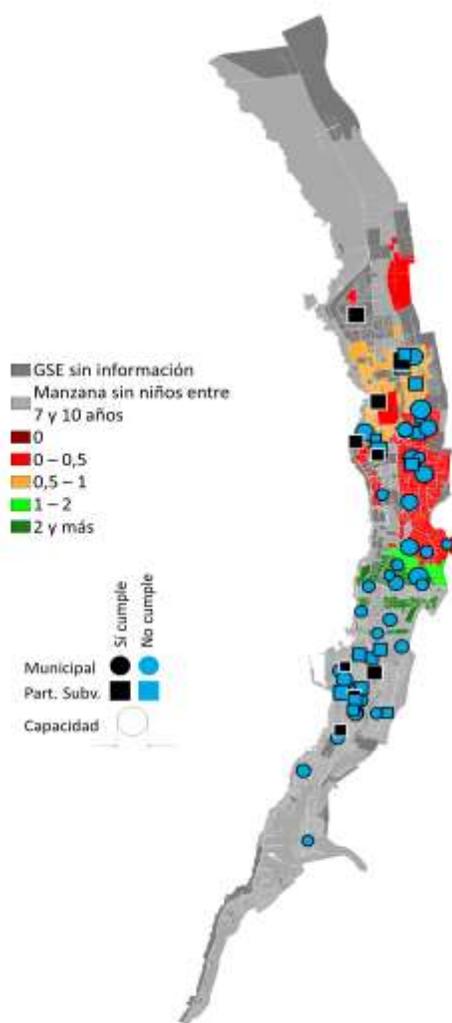


Figura 17: Mapa de Antofagasta del IAAE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

---

Las estadísticas de la ciudad indican que el 86% de los niños poseen un acceso insuficiente a escuelas de calidad, es decir indicador bajo 1; el 55% además están bajo 0,5.

Cabe destacar que la concentración antes señalada hace que en la zona centro de la ciudad se observen valores de hasta 15 veces la oferta educativa (sobre la demanda en la zona) lo que se explica por la baja densidad de población de la zona central (115 niños).

### Iquique y Alto Hospicio

En el caso de Iquique el indicador muestra una particularidad espacial. Dada la concentración de colegios en dos lugares de la ciudad, el sector centro y el sector sur, se produce un mejor índice -sobre 1,1- en la zona equidistante a la localización de las concentraciones antes mencionadas. A pesar de esto, la zona al norte de Tadeo Hanke apenas corresponde al 5,2% de los niños de Iquique, valor bajo incluso comparado con Santiago (90%). Más aún, bajo 0,5, es decir la mitad del acceso a establecimientos efectivos se encuentra el 35,4%, con una alta proporción de niños (69%) correspondientes al grupo socioeconómico D.

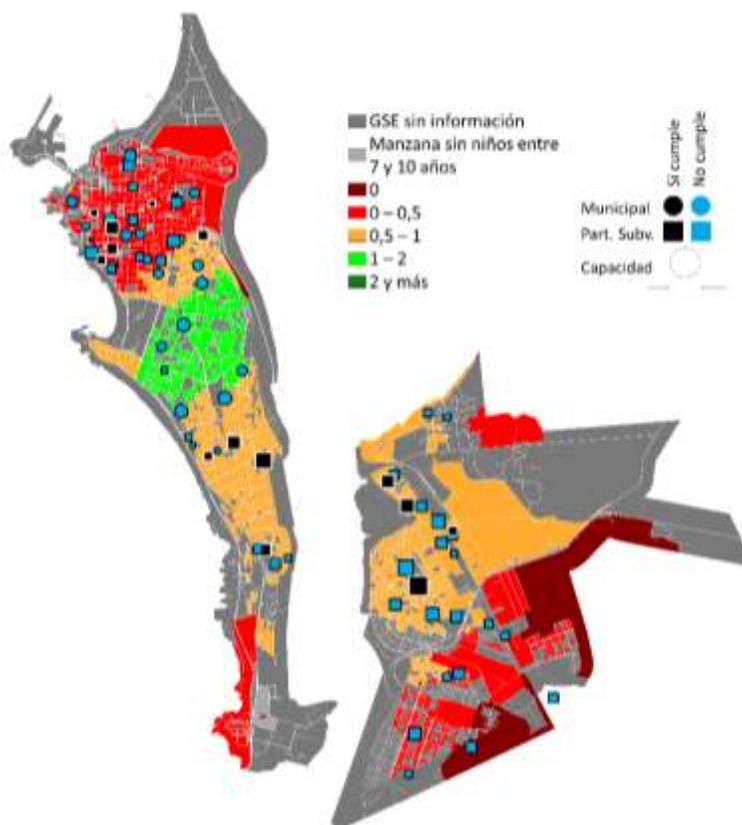


Figura 18: Mapa de - Alto Hospicio del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Caso aparte es el de Alto Hospicio, que posee la totalidad de su población bajo el indicador 1, presentando la mayor concentración en la zona central, con menores valores en la periferia.

### Rancagua – Machalí

La ciudad de Rancagua presenta una distribución del IAEE que es bastante particular, ya que aun cuando existe una clara concentración de colegios en la zona central (situación que hipotéticamente aseguraría un alto indicador), la alta propensión a desplazarse (más de 6 km.) se traduce en una mayor carga de la zona central y por ende indicadores menores a 1 en parte importante de la ciudad.

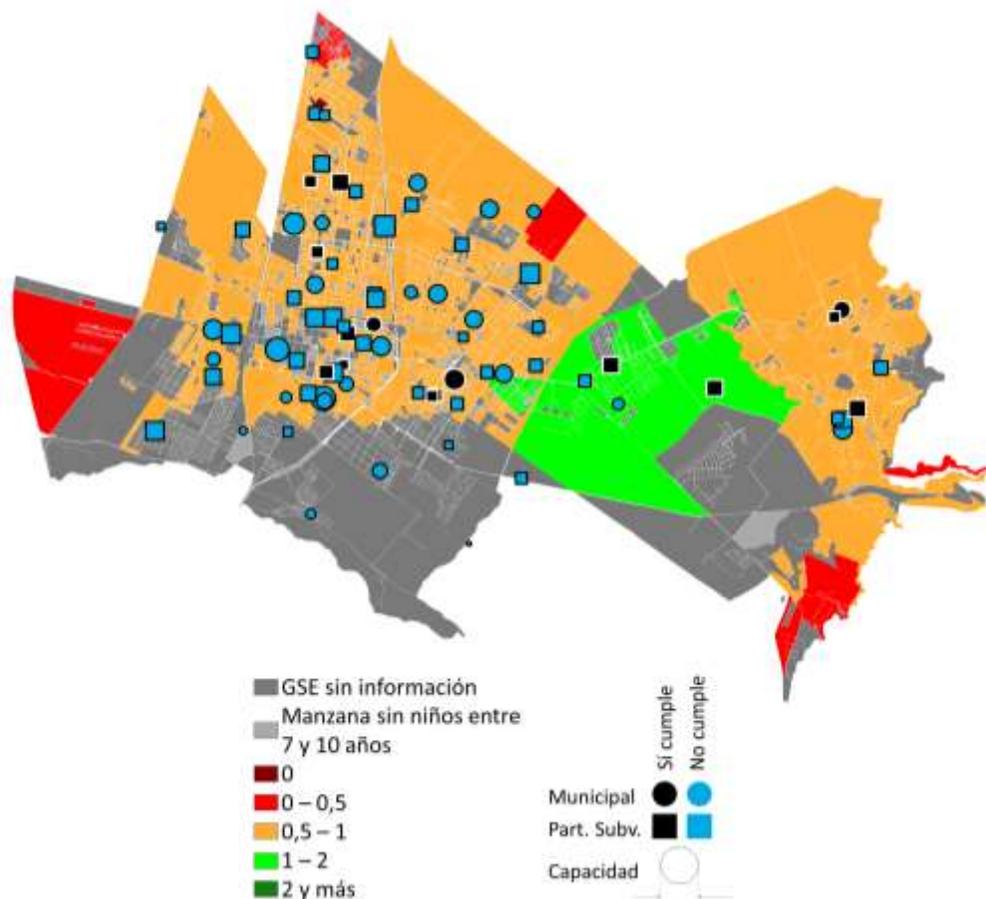


Figura 19: Mapa de Rancagua del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

---

La excepción es el sector oriente de Machalí, sector de altos ingresos con tres colegios dentro de la definición de efectivos, que tiene indicador sobre 1,1 para menos del 10% de los niños de Rancagua, con un sesgo socioeconómico predominante ABC1 y en segundo término C2.

Preliminarmente se puede establecer que mayor predisposición a recorrer grandes distancias para acceder a un colegio genera territorios con menores matices en el indicador y por ende más homogéneos, aunque con indicadores globales más bajos. Por ejemplo, en el caso de Rancagua el 90,2% de la población se encuentra bajo 1, sin embargo, bajo 0,5 la proporción es bajísima, lo que da cuenta de la homogeneidad espacial del indicador en esta ciudad.

#### Puerto Montt – Puerto Varas

Puerto Montt es quizás el caso más particular, dentro de las ciudades analizadas. La distribución de prácticamente la totalidad de la ciudad y sus niños, posee un indicador sobre 1,1 (99,3%) lo que en parte se explica por el altísimo rango de la isocrona (13 kilómetros, más del doble que la ciudad con mayor isocrona dentro de las 22 analizadas). Dicha situación podría explicarse por la naturaleza de área funcional urbana no conurbada (Puerto Montt - Alerce - Puerto Varas) lo que obliga a parte de la población a desplazarse de manera continua por diferentes motivos de viaje.

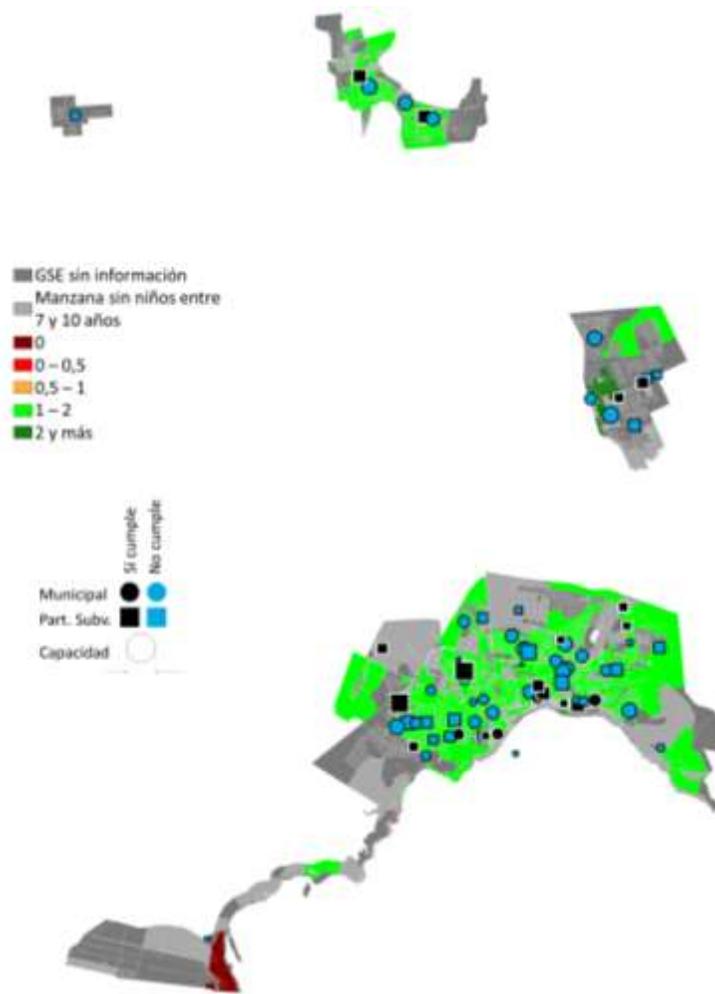


Figura 20: Mapa de Puerto Varas - Puerto Montt del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Espacial atención requiere la situación de Alerce, conocido por ser parte de la generación de una ciudad satélite de vivienda social, altamente segregada de bajos ingresos, que en este caso presenta el mejor indicador; esto no es precisamente por la alta oferta educativa de escuelas efectivas, sino más bien por la baja cantidad de niños del lugar, situación que puede deberse a problemas con el Censo de población o a la dificultad de actualizar adecuadamente el rápido crecimiento de su población en edad escolar.

---

## Talca

En este caso se da un patrón de difusión centro periferia para el indicador IAEE, lo que da cuenta de la alta concentración de colegios, como en muchas otras ciudades intermedias. Se destaca que el área con indicador sobre 1,1, es relativamente heterogénea lo que tiene que ver con su gran extensión concéntrica a partir de la concentración de colegios efectivos.

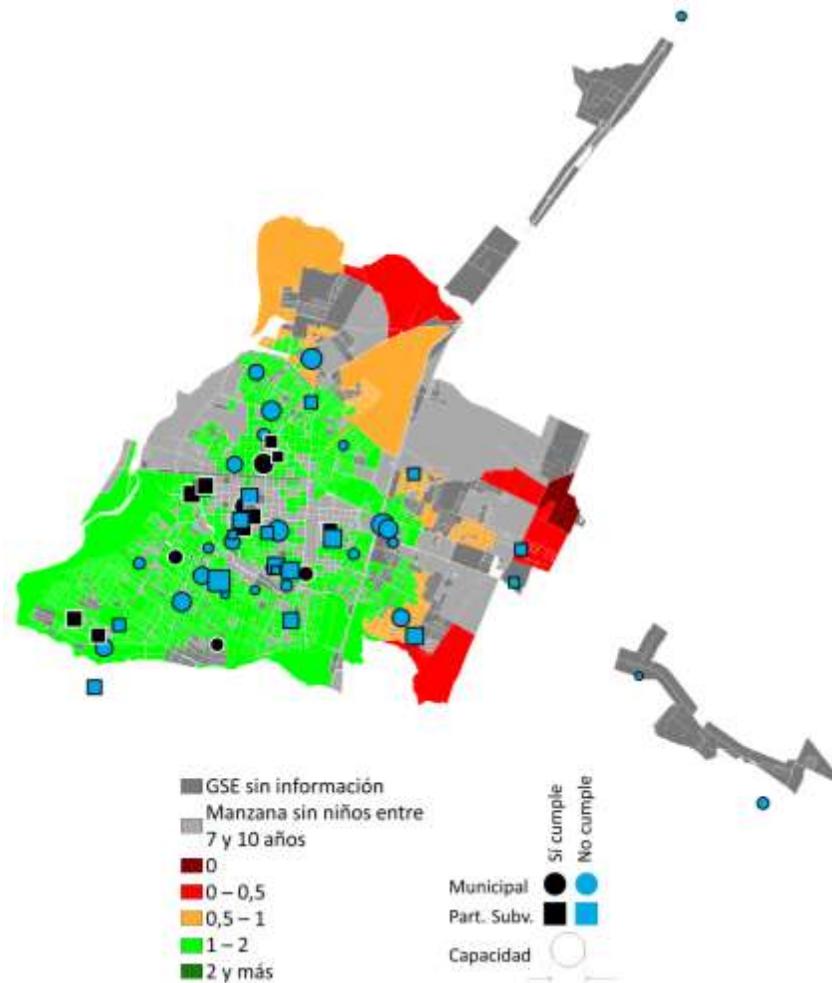


Figura 21: Mapa de Talca del IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representan las capacidades de las escuelas.

La totalidad de los mapas se encuentra en el Anexo 3.

---

## 7.2 Tipología de zonas geográficas de falta de oportunidades educativas en cada ciudad

Las mediciones de tipologías por zonas geográficas se basan en el análisis de *cluster* que, como bien es sabido, responde a una medida endógena, lo que no lo hace comparable con otras ciudades (Anselin, 1995). No obstante, responde a la situación muestral del espacio en dónde es sometido y por ende es estadísticamente representativo desde la perspectiva espacial.

### Gran Santiago

En Santiago, el *Cluster* HH -que da cuenta de una alta concentración de estudiantes con alta accesibilidad a colegios efectivos en un mismo territorio- engloba a parte importante del cono de altos ingresos, incluyendo además a parte de Estación Central, la Florida, Maipú, Conchalí y Quilicura. El *Cluster* LL, representativo de la concentración de estudiantes con baja cobertura de establecimientos efectivos, equivale a un 40% de la población total de niños del Área Metropolitana de Santiago, de los cuales más del 70% pertenecen a los grupos D y E, y se concentran en áreas periféricas de alta segregación socioeconómica.

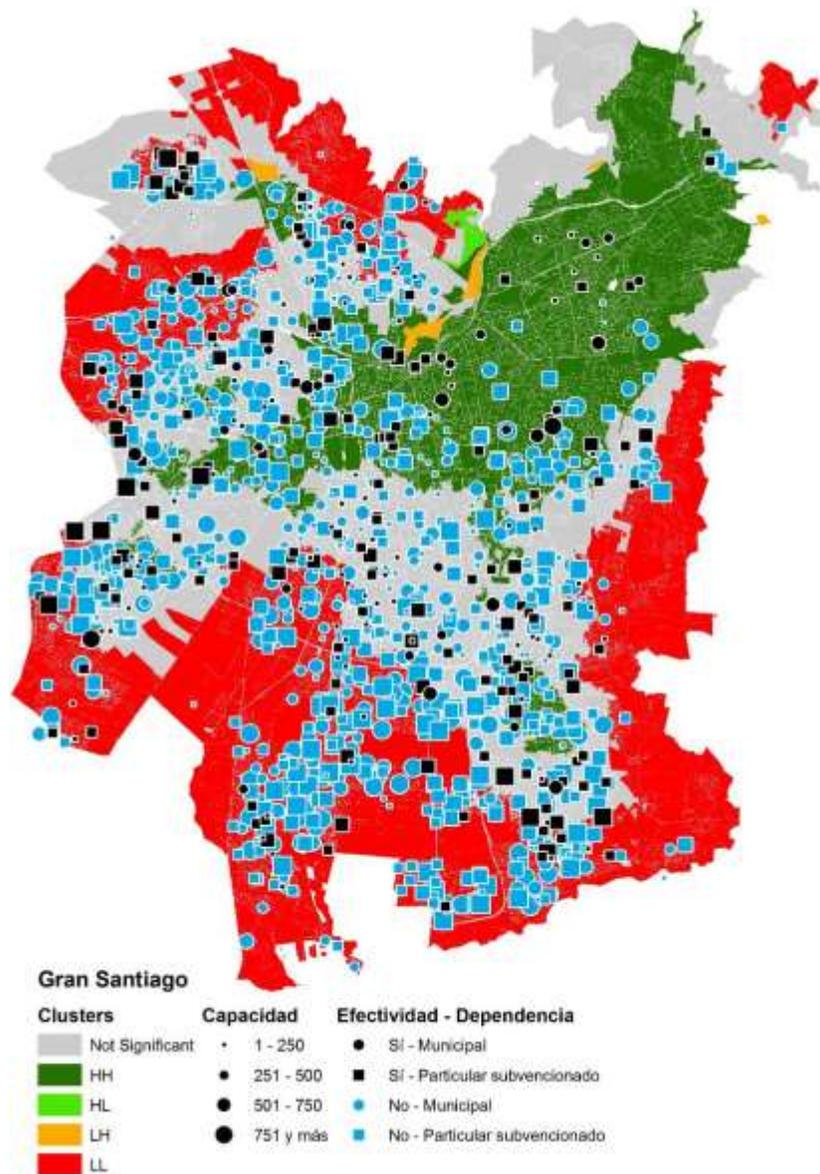


Figura 22: Mapa de Santiago de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

## Gran Concepción

La caracterización zonal a través del análisis de *cluster* refuerza las concentraciones de valores extremos para el caso de Concepción, haciendo más notoria la influencia de la distancia.

Es así que los valores HH se concentran principalmente en Concepción, Talcahuano y San Pedro de la paz, mientras que los *cluster* con bajo indicador aparecen en las zonas más periféricas: Chuguyante, Hualquí, Coronel, Penco y Lirquén.

La excepción es, como se mencionó en el análisis del indicador, Tomé, que posee una alta concentración de colegios con una alta capacidad, lo que en conjunción con su mayor aislamiento la definen como una zona autónoma dentro del Gran Concepción.

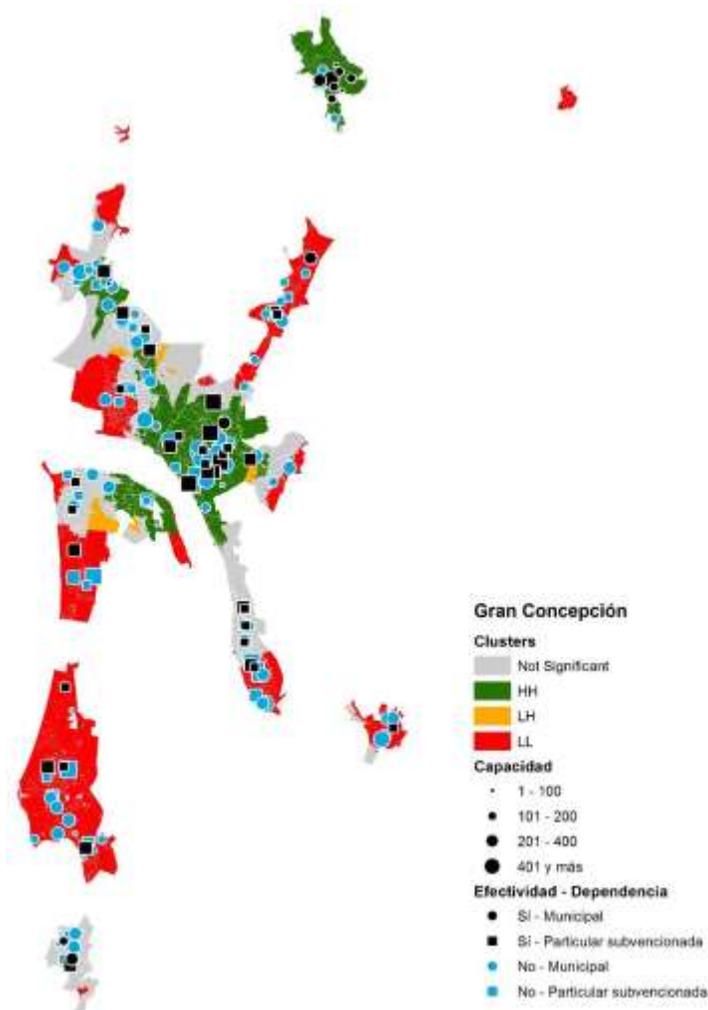


Figura 23: Mapa de Gran Concepción de *cluster* de IAAE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionada). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

---

## Gran Valparaíso

La caracterización de tipologías de zonas geográficas, a través del análisis de *cluster* en Valparaíso, es un poco más extensiva que el indicador en demostrar concentración, mostrando patrones muy segregados y muy correlacionados con grupos socioeconómicos (ABC1 - C2 con zonas HH; D y E con zonas LL).

Al analizar las proporciones, las zonas High-High agrupan un 28,61% de los niños. Destaca de forma adicional a lo mostrado por el indicador, la zona de transición en la conurbación entre Villa Alemana y Quilpué, lo que responde justamente a la localización centralizada de los colegios definidos como adecuados en ambas ciudades. Por su parte las zonas LL ascienden a casi el 50% de los niños de la ciudad.

Como comentario especial para esta ciudad, la poca cantidad de áreas calificadas como no significativas, da cuenta de lo altamente segregada que está, no sólo desde la perspectiva socioeconómica, sino también considerando el IAEE.

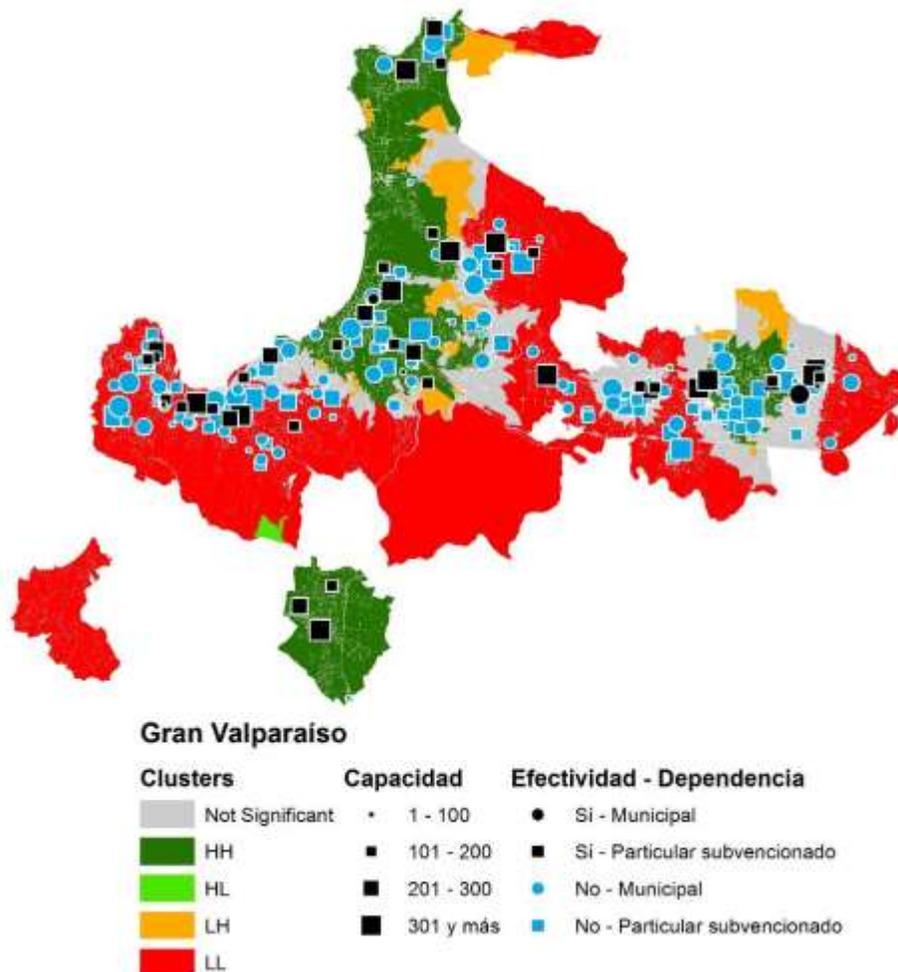


Figura 24: Mapa de Gran Valparaíso de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

## La Serena y Coquimbo

Como se destacó en el análisis de IAEE, aun cuando la conurbación La Serena-Coquimbo posee desigualdades importantes en cuanto al indicador, a nivel global éstas eran relativamente moderadas, situación que se confirma al analizar los *cluster*:

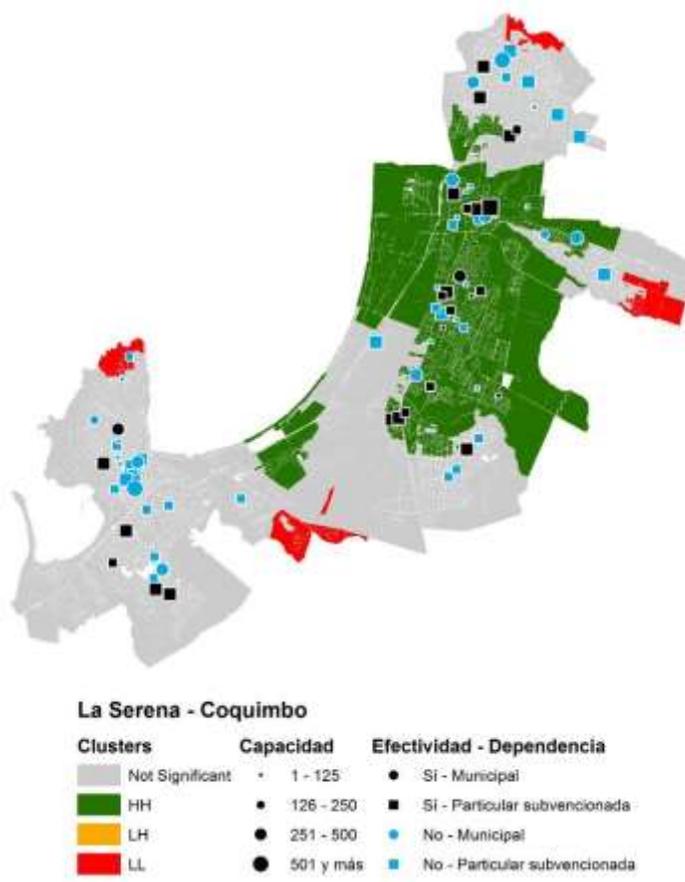


Figura 25: Mapa de La Serena - Coquimbo de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Se destaca un *cluster*HH extendido a lo largo del territorio de La Serena. Casi la totalidad del territorio restante presenta un valor no significativo, lo que quiere decir que no hay agrupaciones importantes de valores altos o bajo. De la misma forma los *cluster*LL a penas agrupan 2,5% de la población de la ciudad analizada. Si bien esto no lo hace comparable con otras ciudades, dada la naturaleza endógena del análisis de *cluster*, la posibilidad de contrastar estos datos con el IAEE permite dar cuenta de una mejor distribución y valores críticos muy localizados en la periferia en una proporción muy baja.

## Temuco

La ciudad de Temuco se caracteriza por tener una importante concentración del *cluster*HH en torno a su centro, con una distribución de colegios extensa, lo que le permite servir a un porcentaje alto de la población, con características heterogéneas en cuanto a su segmentación socioeconómica.

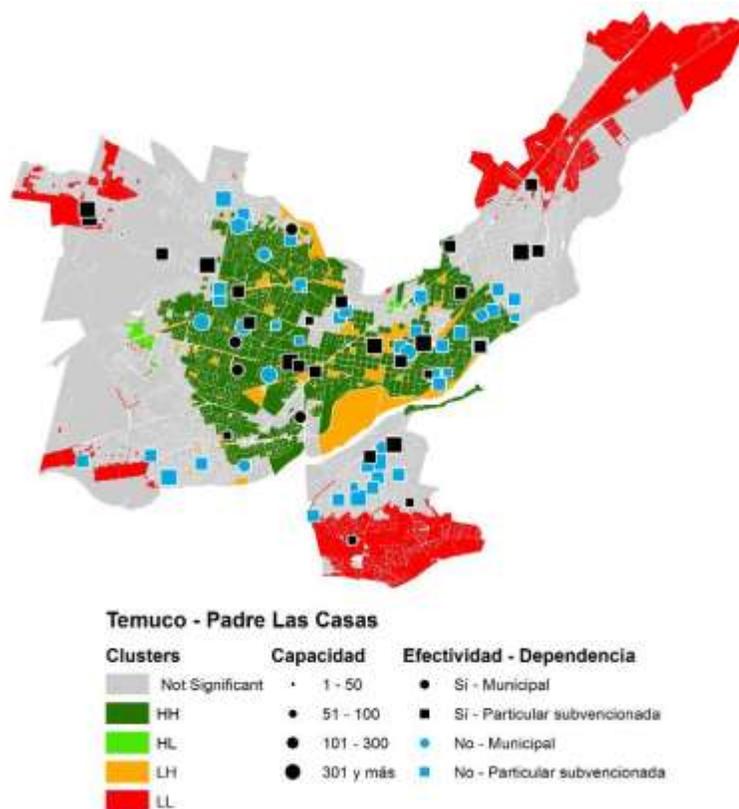


Figura 26: Mapa de Temuco de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionada). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

---

## Antofagasta

En el caso de Antofagasta el *cluster* HH se concentra en el centro de la ciudad, en una extensión relevante de territorio. Sin embargo, la cantidad de niños es muy baja (2,8%) por la baja densidad de población de esta zona, independiente de las características etarias.

Por su parte el *cluster* LL, de mayor extensión (norte de la ciudad) agrupa el 91% de los niños de la ciudad, lo que explica el motivo del bajo indicador IAEE, aun cuando dentro de este *cluster* se encuentran al menos 7 escuelas efectivas.

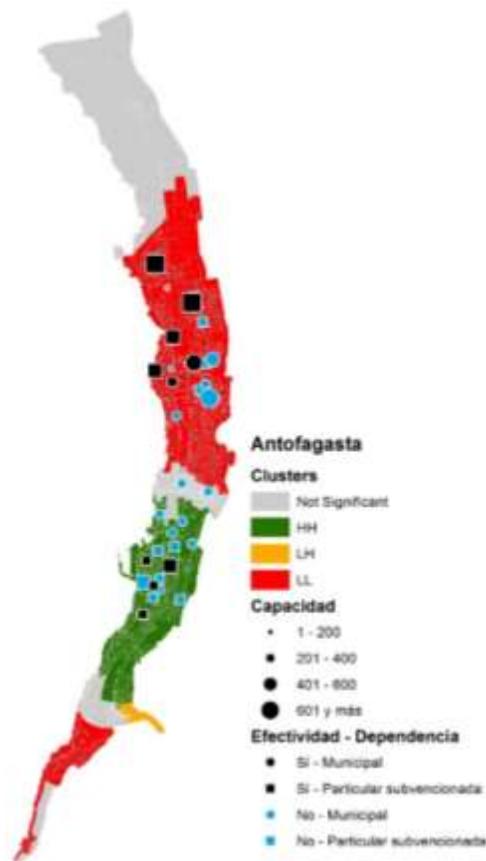


Figura 27: Mapa de Antofagasta de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. En negro se muestran las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de los puntos negros representa las capacidades de las escuelas efectivas.

## Iquique y Alto Hospicio

En el caso de Iquique se debe hacer una salvedad manera la forma en que se realiza el cálculo. La metodología de *cluster* considera para su cálculo dos alternativas. La primera dice relación con la generación de una matriz de contigüidad. Ésta generalmente se aplica en el caso de haber polígonos colindantes con una frontera común, lo que no aplica para las manzanas. La segunda se basa en la distancia euclidiana o manhattan. No obstante, en este caso se produce que, si bien linealmente Alto Hospicio se encuentra próximo Iquique, en la práctica la orografía -específicamente el farellón costero- lo aísla no haciendo válida la lectura de *cluster* entre la zona sur de Iquique (altos ingresos) y el centro de Alto Hospicio.

Dicho eso, el *cluster* de la zona central de Iquique, ya relevado en el análisis del IAEE, agrupa el 15% de la población de niños.

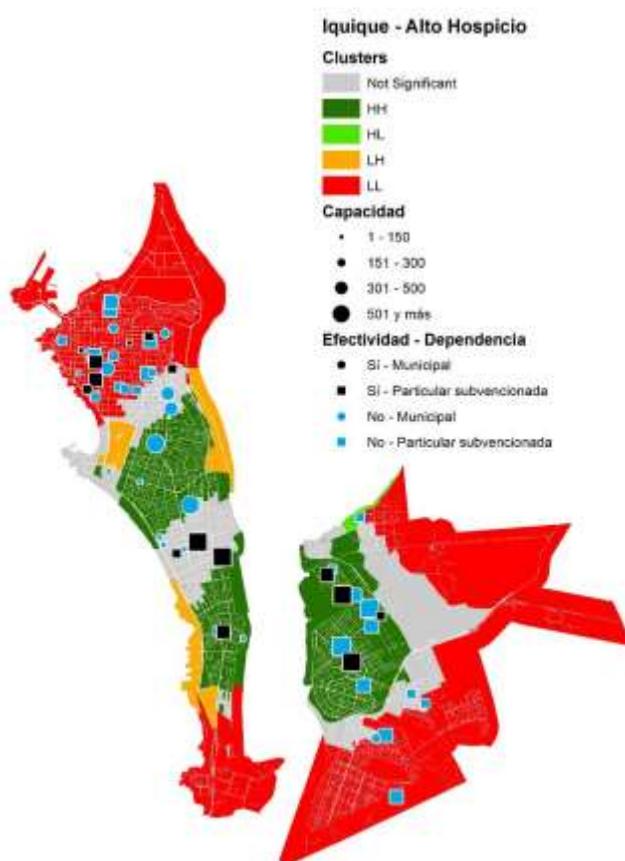


Figura 28: Mapa de Iquique - Alto Hospicio de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionada). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

Los *cluster* LL tienden a estar en zonas periféricas, con un mayor porcentaje de población de bajos ingresos (35%) aunque con una distribución un poco más heterogénea que en otras ciudades, lo que se explica por el *cluster* LL del norte de la ciudad.

### Rancagua - Machalí

Para la conurbación Rancagua - Machalí se produce un ligero cambio en la caracterización, comparado con lo expresado por el indicador IAEE. Se genera un nexo entre la zona poniente de Machalí, ya caracterizada como la zona de mayor indicador y la zona poniente del centro de Rancagua (población manzanal), zona que se caracteriza por ser además una de los sitios más integrados de Rancagua, con proporciones de GSE cercanas al 25% para cada grupo (sin población del grupo E).

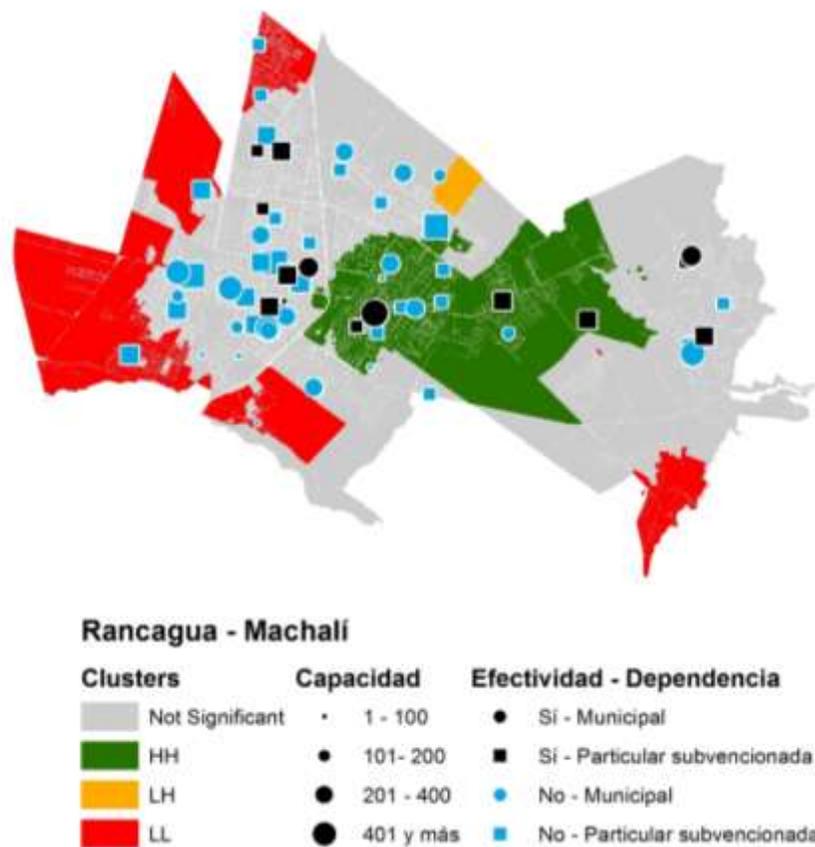


Figura 29: Mapa de Rancagua de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionada). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

---

Los *cluster* LL, como en otras ciudades, quedan relegados a áreas periféricas, con poca población infantil (11,8%).

### Puerto Montt – Puerto Varas

Para Puerto Montt la caracterización a través del análisis de *cluster* se queda algo corta en su capacidad de predicción dado los valores extremadamente altos de Alerce, por los probables problemas del Censo 2012 y por la alta concentración de colegios y baja densidad de población de Puerto Varas. Esto redundando en que parte importante de Puerto Montt, con buen indicador, no aparezca como un *cluster* significativo.



Figura 30: Mapa de Puerto Montt de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

En tal sentido se debe repetir el argumento de este análisis como un recurso de diferenciación endógeno, pero que no permite la comparabilidad entre ciudades; de ahí la importancia de analizar desde la perspectiva de indicadores complementarios como el IAEE y la caracterización específica provista por los *cluster*.

## Talca

Talca se comporta de forma más regular que otras ciudades, siguiendo un patrón monocéntrico clásico de localización de colegios efectivos, muy contiguos en la zona central (HH, con 35,3%), y con una zona de indiferencia calificada como no significativa y una periférica LL (22,69%).

Al respecto cabe destacar que esta zona calificada como *cluster* de bajo indicador IAEE no posee ningún colegio definido como escuela efectiva.

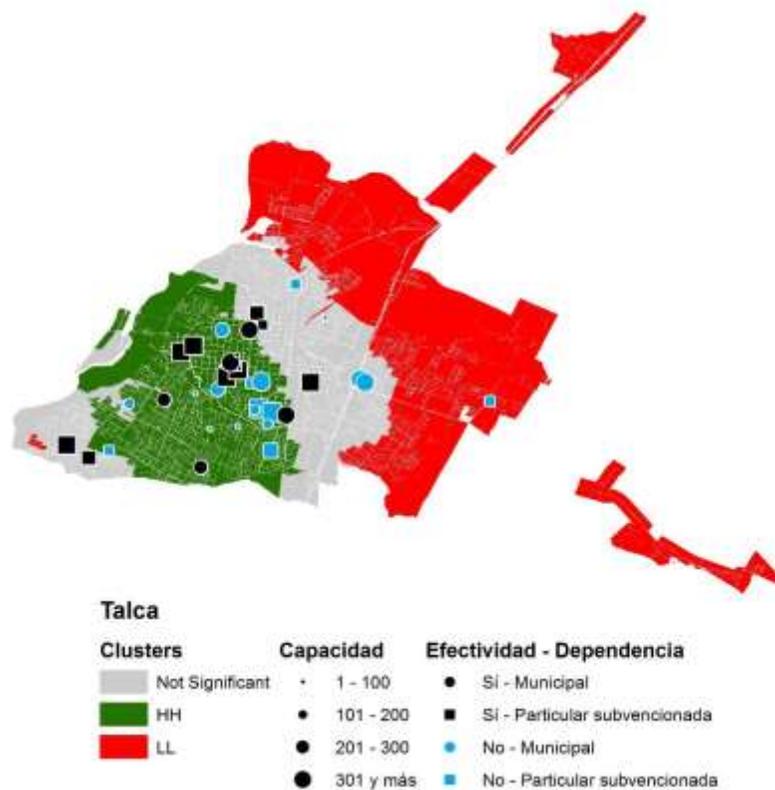


Figura 31: Mapa de Talca de *cluster* de IAEE a nivel de manzana. La dependencia se ilustra según la forma (círculo municipal, cuadrado particular subvencionado). El color codifica la efectividad: negro corresponde a las escuelas efectivas, y en azul las que no. El tamaño relativo de las formas representa las capacidades de las escuelas.

La totalidad de los mapas se encuentra en el Anexo 4.

### 7.3 Distribución de estudiantes de grupos socioeconómicos D y E

Para complementar la comprensión de la situación general de acceso a establecimientos educacionales en las 22 principales ciudades de Chile, se construyó una tabla resumen que da cuenta del porcentaje de niños de los GSE D y E según los tramos del IAEE ya utilizados para los mapas.

Tabla 6. Porcentaje de niños de GSE D y E por tramo de IAEE.

Grupo	Ciudad	IAEE ciudad	0,0 - 0,5	0,51 - 1,0	1,1 +	Manzana sin información
1	San Antonio, Cartagena y Santo Domingo	0,49	54,37%	37,07%	0,99%	7,58%
	Gran Valparaíso	0,61	40,72%	32,44%	3,16%	23,68%
	Antofagasta	1,26	38,60%	13,18%	13,47%	34,74%
2	Iquique y Alto Hospicio	0,77	41,56%	41,81%	14,52%	2,11%
	Chillán y Chillán Viejo	0,72	27,36%	46,37%	19,23%	7,03%
	Gran Santiago	0,68	23,52%	48,20%	0,98%	27,30%
	Arica	0,87	24,89%	31,56%	36,27%	7,29%
	Quillota y La Calera	0,76	18,60%	58,22%	15,16%	8,03%
3	Osorno	1,11	13,79%	39,20%	40,34%	6,67%
	Gran Concepción	1,01	10,78%	30,91%	24,20%	34,11%
	Los Ángeles	1,16	14,72%	34,68%	44,35%	6,25%
	Copiapó y Tierra Amarilla	0,65	11,22%	66,89%	0,00%	21,89%
	Coyhaique	1,14	13,79%	22,88%	56,74%	6,58%
	Calama	1,13	6,10%	22,86%	67,62%	3,43%
	Punta Arenas	0,90	6,17%	67,28%	19,14%	7,41%
4	Curicó	1,34	4,23%	0,16%	79,19%	16,42%
	Temuco y Padre Las Casas	1,70	2,07%	11,44%	86,48%	0,00%
	Valdivia	0,75	1,78%	83,26%	0,59%	14,37%
	Rancagua y Machalí	0,82	1,18%	89,81%	1,62%	7,39%
	La Serena y Coquimbo	0,89	1,05%	73,65%	9,37%	15,93%
	Talca	1,18	0,29%	12,87%	66,06%	20,78%
	Puerto Montt y Puerto Varas	1,39	0,11%	0,00%	79,05%	20,84%

---

Lo primero que muestra la Tabla 6 es la enorme brecha que tiene el IAEE general de las ciudades respecto del IAEE del *cluster* LL dentro de cada una, esto es, la distancia entre el *cluster* conformado por los estudiantes con baja accesibilidad rodeados por estudiantes con baja accesibilidad, respecto del general de la ciudad. En términos generales, puede suponerse un comportamiento disímil entre la generalidad de la ciudad y los *clusters* LL. El caso en que esto es menos extremo es el de San Antonio, Cartagena y Santo Domingo, que coincide en ser la conurbación con el IAEE más bajo de todos (0,52).

Ahora bien, si se consideran los porcentajes de niños del GSE D y E en los distintos tramos del IAEE se aprecia que la mayor proporción de estudiantes se encuentra en el tramo intermedio (0,51 - 1), seguidos del tramo más alto (1,1+) y finalmente el más bajo (0 - 0,5). Es importante considerar esto con cautela, pues existen fuentes que pueden distorsionar esta información, como el tamaño de la isocrona para cada ciudad. En el caso de Puerto Montt, por ejemplo, existen muy pocos estudiantes en el tramo más bajo, por el gran tamaño de la isócrona que, como ya se mencionó, podría relacionarse con la naturaleza del área urbana no conurbada entre Puerto Montt, Alerce y Puerto Varas, obligando a la población a desplazarse por distintos motivos.

Si sólo se considera sólo el tramo más bajo del IAEE, se observa que Antofagasta, el Gran Valparaíso y San Antonio, Cartagena y Santo Domingo tienen los porcentajes más altos de estudiantes D y E. En los tres casos, más del 50% de los estudiantes de los dos GSE más bajos tienen un bajísimo acceso a establecimientos efectivos. Para efectos de política pública, sería importante priorizar estas ciudades, donde más del 50% de sus estudiantes de los dos GSE más bajos tiene un índice de acceso bajísimo.

Estas ciudades son seguidas, en orden de magnitud por Iquique y Alto Hospicio; Chillán y Chillán Viejo; el Gran Santiago; Arica; y Quillota y La Calera. Todas estas ciudades tienen entre el 25% y el 50% de estudiantes pertenecientes a los GSE D y E en el tramo de peor accesibilidad a establecimientos efectivos.

El resto de las ciudades tiene un porcentaje de estudiantes menos alarmante en este tramo, y por tanto, una mayor proporción en los demás.

#### 7.4 Listado de establecimientos que puedan mejorar significativamente el acceso a oportunidades educativas

Para cada una de las ciudades, se identificaron preliminarmente escuelas en aquellas áreas de *clusters* LL (ver sección 5.2 y Anexo 4). Estas escuelas, pueden ser sujetos de políticas públicas como, por ejemplo, la ampliación de la capacidad en el caso que se trate de un establecimiento efectivo o de

mejoramiento escolar en el caso de una escuela no efectiva. El resumen de dichas escuelas por ciudad se muestra en la Tabla 7. El detalle de cada una de las escuelas en dichas zonas se detalla en el Anexo 5.

Tabla 7: Resumen de escuelas que permiten mejorar el acceso de oportunidades educativas.

Ciudad	N° Escuelas efectivas	N° Escuelas no efectivas	Números de Niños en Zonas LL	Número de Matrículas totales en zona LL
Arica	1	8	2.680	874
Iquique y Alto Hospicio	5	26	4.300	6.671
Antofagasta	8	20	12.048	5.511
Calama	1	2	1.261	355
Copiapó y Tierra Amarilla	0	7	1.469	1.541
La Serena y Coquimbo	1	3	421	349
Gran Valparaíso	15	107	18.731	17.415
San Antonio, Cartagena y Santo Domingo	8	27	4.311	4.073
Quillota y Calera	1	1	862	S/I
Gran Santiago	100	391	123.944	109.183
Rancagua y Machalí	0	3	1.324	652
Curicó	0	4	281	646
Talca	0	7	1724	161
Chillán y Chillán Viejo	3	10	2.254	3.119
Gran Concepción	19	65	11.226	13.089
Los Ángeles	1	6	1.426	1.383
Temuco y Padre Las Casas	2	3	1.031	690
Valdivia	1	4	688	494
Osorno	0	7	2.093	1.297
Puerto Montt y Puerto Varas	2	6	1.444	1.065
Coyhaique	0	2	706	243
Punta Arenas	1	6	1.960	1.044

La tabla precedente permite establecer ciertas medidas de focalización en torno a las áreas con mayores complejidades en el acceso a colegios efectivos. Es importante mencionar que esta focalización no es directa, sino que debe analizarse específicamente para cada ciudad, tomando en cuenta las particularidades de cada uno de los colegios mencionados y estipulados en el Anexo 5. A pesar de esto ciudades como Osorno y Copiapó dan cuenta de la necesidad de concentrarse en la

---

mejora de las escuelas que no cumplen el criterio de efectividad dado la o bien en la creación de nuevas escuelas efectivas.

Adicionalmente, la contabilización de niños y el contraste con las matrículas permite saber la magnitud de la intervención para cada territorio.

---

## 8 Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que el territorio es un factor crítico para abordar las políticas educativas orientadas al mejoramiento de la calidad de la educación para todos los niños y niñas del país. No sólo refleja las oportunidades efectivas y diferenciadas de acceso a servicios educacionales efectivos, aún más críticas para los hijos de familias de clase media y vulnerable en sus primeros años de vida escolar –dado que son los niños que asisten a escuelas más cerca de donde residen–, sino también otros atributos del propio territorio que condicionan las oportunidades educacionales, tales como la segregación social de los barrios, el acceso de áreas verdes, seguridad ciudadana, conectividad de los servicios de transporte, y las condiciones ambientales, entre las principales.

Las políticas educacionales no debiesen ser las llamadas a resolver los desafíos de las políticas urbanas, territoriales y ambientales, pero sí estas últimas debiesen diseñarse desde una perspectiva que considere sus efectos sobre las políticas educacionales. Lo que sí debiese considerar la política educativa es su dimensión territorial, la cual ha estado ausente hasta la actualidad. Esto quedó demostrado en la categorización de la efectividad de las escuelas con diferentes colores, donde las escuelas localizadas en zonas vulnerables –la mayor parte de ellas públicas– tendían sistemáticamente a ser representadas con los resultados más críticos, observando que decenas de comunas no contaban con ninguna escuela de altos estándares. Este resultado se refleja en este estudio con muchísima claridad: existen ciudades, como el Gran Santiago, Gran Valparaíso, Antofagasta o San Antonio, donde más del 40% de los niños están concentrados en barrios donde existen un bajo acceso a escuelas de efectivas, proviniendo la mayor parte de ellos de familias vulnerables. Es decir, no solo la escuela, sino que el barrio donde se ubican éstas, tienden a perpetuar las condiciones vulnerables de su origen. En estos barrios, la entrega de información acerca de la heterogeneidad en la efectividad de las escuelas disponibles, así como la amenaza de cerrarlas por su bajo desempeño, son completamente insuficientes, puesto que la mayor parte de la oferta disponible es bastante similar.

Un resultado optimista del estudio es la identificación de una alta heterogeneidad en las oportunidades educativas que ofrecen a los niños pequeños, medido a través del índice de accesibilidad a escuelas efectivas (IAEE), que da cuenta que en algunas ciudades, tales como Antofagasta, Quillota y San Antonio, más del 40% de los niños tienen un accesibilidad a una escuela efectiva inferior al 50%, mientras que en Calama, La Serena-Coquimbo, Curicó o Valdivia este porcentaje es menor al 10% de los niños de la ciudad. De igual forma, la segregación de niños en barrios con baja accesibilidad a escuelas de calidad es altamente diferenciado entre las ciudades chilenas: mientras que, en Antofagasta, San Antonio, el Gran Valparaíso y el Gran Santiago más del 40% de los niños –la mayor parte de ellos vulnerables– reside en barrios donde es escasa la cobertura de escuelas efectivas, en Rancagua, Curicó o Valdivia dicho porcentaje no supera el 12%.

---

Ahora bien, desde el punto de vista metodológico el análisis debe abordarse de forma complementaria, considerando el indicador (IAEE) y el análisis de *cluster* como dos herramientas de inferencia importante de la situación territorial de los colegios. Por una parte, el IAEE entrega una medición global basada en la relación entre la oferta pública y particular subvencionada, la demanda censal y la propensión a movilizarse dentro de cada una de las ciudades. Esto permite establecer puntos de corte que permiten comparar la situación entre ciudades, sin perder la especificidad territorial, expresada por la distribución de los GSE, los patrones de localización de los colegios y el grado de movilidad interna de la población desde sus hogares a los colegios efectivos. Adicionalmente, la medida endógena del análisis de *cluster*, que si bien no permite realizar comparaciones inter-ciudades, da una clara caracterización interna de los lugares en dónde se producen las concentraciones con mejor o peor indicador IAEE, asegurando la significancia espacial del mismo.

En lo que respecta a la aplicación de las mediciones en las principales 22 ciudades de Chile, con énfasis en el análisis de las 10 ciudades presentadas en el informe, se puede establecer ciertos patrones territoriales. En primer lugar, parte importante de las ciudades intermedias analizadas poseen un patrón de concentración de escuelas efectivas (y de colegios en general) en el centro de la ciudad, muchas veces de baja densidad poblacional. Esto genera áreas concéntricas donde el acceso a educación es muy alto y va disminuyendo progresivamente hacia a la periferia. Desde un punto de vista práctico estas ciudades requieren reforzar la generación o mejoramiento de escuelas en lugares periféricos o pericentrales de alta accesibilidad, para de evitar el fenómeno anteriormente descrito. Este patrón además replica el modelo de desigualdad, clásico de la distribución del GSE en las ciudades chilenas, con los más pobres en la periferia, lo que sumado a su baja movilidad reduce el acceso a escuelas efectivas sea aún más complejo. Ver el caso de Chillán, Arica, Quillota, Gran Valparaíso o del Gran Santiago, entre otras.

Los datos confirman que aquellas escuelas efectivas que no están ubicadas en áreas centrales, generalmente se localizan en torno a población de más altos ingresos. Esto reduce el acceso a escuelas efectivas al resto de los GSE.

En muchos casos, zonas con bajo indicador, (caracterizadas como *cluster* LL, de alta segregación y bajo perfil socioeconómico) poseen escuelas efectivas y en ocasiones más de una: por ejemplo, Iquique, Santiago, San Antonio, La Serena-Coquimbo, entre otras. No obstante, la morfología urbana de estos lugares presenta alta densidad de población, lo que se traduce en una oferta insuficiente para aquellos niños en edad escolar. Por lo mismo parece lógico que la generación de matrículas adicionales, nuevos colegios o mejoramiento de los existentes, se concentren por defecto en áreas de estas características.

Las ciudades Metropolitanas (3) tienden a generar mayores inequidades territoriales, ya que al tener una mayor extensión obligan a mayores desplazamientos para llegar a zonas de la ciudad con escuelas

---

efectivas. Esto unido a la menor movilidad de los grupos socioeconómicos bajos, produce zonas de alta concentración de muy bajo acceso a educación efectiva.

## 9 Discusión

Hay que tener en cuenta al menos dos limitaciones metodológicas de este estudio. La primera de ellas es que la medida de efectividad usada está basada en los resultados de las pruebas estandarizadas SIMCE, que se explican en gran parte por el GSE de los estudiantes. Esto quiere decir que, si cambia la composición de los estudiantes de la escuela, ésta puede dejar de cumplir la medida de efectividad. Por lo tanto, este problema del indicador debe ser resuelto, utilizando propuestas más complejas como las basadas en trayectorias que den cuenta de los atributos del establecimiento más que de su composición socio-económica. No obstante, como una primera aproximación al tema, los resultados del estudio cumplen con dar cuenta de las inequidades de los territorios y así aportar evidencia de la existencia de esta “geografía de las oportunidades educativas” que da cuenta de territorios en los cuales, si bien no hay problemas de acceso a escuelas, si existen “lagunas” o “desiertos” de inexistencia de acceso a escuelas efectivas.

La segunda limitación de este estudio es que no considera ni la factibilidad de que los alumnos puedan asistir a los establecimientos efectivos identificados ni las preferencias de los padres. Esto puede darse especialmente para los GSE más bajos que tengan a su alcance escuelas efectivas que correspondan a establecimientos particulares subvencionados con co-pago. Es por esto que las opciones mencionadas se considerarán como parte del trabajo futuro a partir de este estudio.

## 10 Recomendaciones para la formulación de políticas públicas

Los resultados se interpretarán en relación a la implementación de la futura política pública que cambiará la administración de los establecimientos públicos desde los municipios a los nuevos Servicios Locales de Educación. Las recomendaciones de esta sección son estrategias orientadas a disminuir las brechas detectadas en los territorios, focalizando en áreas específicas, especialmente aquellas con niveles de acceso más bajos (*clusters* LL).

Tal como se discute en el trabajo, en muchas ocasiones existe el desafío de construir nuevas escuelas en zonas urbanas de expansión donde reside un alto porcentaje de familias vulnerables. Estas escuelas debiesen corresponder a una oferta efectiva y no solo al aseguramiento de una oferta que satisfaga una demanda deficitaria. Es indispensable focalizar los esfuerzos en el mejoramiento de la efectividad de determinados establecimientos. En algunos casos, como una acción prioritaria y en otras como complemento a la construcción de nuevos establecimientos.

---

Dado que el indicador utilizado depende de la composición de alumnos del establecimiento, una medida simple como la de aumentar la capacidad de los establecimientos efectivos para mejorar el acceso no tendrá resultados en el corto plazo. Por lo tanto, es importante avanzar en desarrollar indicadores integrales de la calidad, que consideren factores propios de la escuela como por ejemplo la idoneidad docente y también consideren las trayectorias de mejora de los establecimientos.

Se hace indispensable que estos indicadores puedan ser monitoreados en el tiempo, pues permiten reflejar directamente la reducción en las brechas de acceso y en la segregación territorial de las oportunidades educacionales en los diferentes barrios y ciudades del país, así como también evaluar el real impacto de diversas políticas públicas destinadas a mejorar la equidad en las oportunidades educativas de los niños, tales como la subvención escolar preferencial, el sistema de aseguramiento de la calidad de la educación, el término del co-pago y selección en el sistema escolar con financiamiento público, o la nueva carrera profesional docente.