

ESTUDIO

NUEVOS INDICADORES PARA LA CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL: TRÁNSITO VIAL Y SEGURIDAD PÚBLICA

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	
2. ÁREAS DE ESTUDIO.....	
3. INDICADORES PROPUESTOS	
3.1. Seguridad Pública.....	
3.2. Tránsito Vial.....	
3.3. Desglose de indicadores de Seguridad Pública.....	
3.3.1. Dimensión: Situacionales de delito.....	
3.3.2. Dimensión: Victimización	
3.3.3. Dimensión: Gobernanza.....	
3.4. Desglose de indicadores de Tránsito Vial.....	
3.4.1. Dimensión: Accesibilidad locacional.....	
3.4.2. Dimensión: Morfología y capacidad vial.....	
3.4.3. Dimensión: Accesibilidad a transporte público y ciclovías.....	
4. ÍNDICE SINTÉTICO.....	
4.1. Metodología de estimación Índice Sintético.....	
4.2. Determinación del grado de relación entre variables (matriz de correlación).....	
4.3. Cálculo de Índice Sintético.....	
5. CONCLUSIONES.....	
6. ANEXOS.....	
6.1. Áreas de estudio.....	
6.2. Metadata de indicadores.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	22 ciudades en estudio.....
Tabla 2:	Normalización de variables.....
Tabla 3:	Variables seleccionadas por ámbito.....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Dimensiones e indicadores de Seguridad Pública.....
Figura 2:	Dimensiones e indicadores de Tránsito vial.....
Figura 3:	matriz de correlaciones para las ciudades de Santiago y Osorno
Figura 4:	Área de estudio, Ciudad de Arica.....
Figura 5:	Área de estudio, Ciudad de Iquique-Alto Hospicio.....
Figura 6:	Área de estudio, Ciudad de Antofagasta.....
Figura 7:	Área de estudio, Ciudad de Calama
Figura 8:	Área de estudio, Ciudad de Copiapó.....
Figura 9:	Área de estudio, Ciudad de La Serena-Coquimbo
Figura 10:	Área de estudio, Ciudad de Gran Valparaíso
Figura 11:	Área de estudio, Ciudad de Quillota.....
Figura 12:	Área de estudio, Ciudad de San Antonio.....
Figura 13:	Área de estudio, Ciudad de Rancagua.....
Figura 14:	Área de estudio, Ciudad de Talca
Figura 15:	Área de estudio, Ciudad de Curicó
Figura 16:	Área de estudio, Ciudad de Chillán.....
Figura 17:	Área de estudio, Ciudad de Gran Concepción.....
Figura 18:	Área de estudio, Ciudad de Los Ángeles.....
Figura 19:	Área de estudio, Ciudad de Temuco- Padre Las Casas.....
Figura 20:	Área de estudio, Ciudad de Valdivia.....
Figura 21:	Área de estudio, Ciudad de Puerto Montt- Puerto Varas
Figura 22:	Área de estudio, Ciudad de Osorno
Figura 23:	Área de estudio, Ciudad de Coyhaique.....
Figura 24:	Área de estudio, Ciudad de Punta Arenas
Figura 25:	Área de estudio, Ciudad de Gran Santiago

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de ciudades es un tema que ha tomado relevancia durante los últimos años. Es posible interpretar la situación como una demanda de los actores, quienes desarrollan sus actividades en el territorio buscando una equidad social y urbana, lo que trae consigo el desafío de contar con un levantamiento territorial que permita la generación de información espacial para la toma de decisiones en cuanto a política pública se refiere.

En base a lo dicho, el Observatorio de Ciudades UC (OCUC) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y la Gerencia de Estudios de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), han establecido un trabajo colaborativo para desarrollar indicadores urbanos que permitan la evaluación y diagnóstico en materia de seguridad y transporte para las 22 ciudades más importantes del sistema urbano de Chile, delimitadas a partir de las manzanas de las áreas urbanas censales 2017, con el objetivo de identificar las principales brechas en cuanto a los indicadores de seguridad y transporte se refiere.

A partir de lo anterior, OCUC ha levantado diversas metodologías con el objetivo de entregar indicadores con el mayor nivel de certeza y de modelación de la realidad espacial existente. Para ello ha sido fundamental contar tanto con una buena cantidad como calidad de información espacial para así, contar con un listado de indicadores que permita a los tomadores de decisiones la reducción de costos en cuanto a la recolección de datos, tiempo, procesamiento y actualización periódica.

2. ÁREAS DE ESTUDIO

Las áreas de estudios definidas en el marco del proyecto contemplan las manzanas del censo 2017 de las áreas urbanas de las principales ciudades del país que corresponden a:

Tabla 1: 22 ciudades en estudio

REGIÓN	CIUDAD	COMUNAS
Arica y Parinacota	Arica	Arica.
Tarapacá	Iquique - Alto Hospicio	Iquique y Alto Hospicio.
Antofagasta	Antofagasta	Antofagasta.
	Calama	Calama.
Atacama	Copiapó	Copiapó y Tierra Amarilla.
Coquimbo	La Serena - Coquimbo	La Serena y Coquimbo.
Valparaíso	Gran Valparaíso	Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana y Quintero.
	Quillota	Quillota, La Calera, La Cruz e Hijuelas.
	San Antonio	Cartagena, San Antonio, Santo Domingo y El Tabo.
Metropolitana de Santiago	Gran Santiago	La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Lampa, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Padre Hurtado, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Puente Alto, Huechuraba, Independencia, Cerro Navia, La Cisterna, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Bernardo, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Santiago, El Bosque, Cerrillos, Conchalí y Estación Central.
Libertador General Bernardo O'Higgins	Rancagua	Rancagua, Machalí, Requínoa y El Olivar.
Maule	Talca	Talca y Maule.
	Curicó	Curicó y Molina.
Ñuble	Chillán	Chillán y Chillán viejo.
Biobío	Gran Concepción	Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Hualpén, Penco, San Pedro de la Paz, Hualqui, Lota, Tomé y Coronel.
	Los Ángeles.	Los Ángeles.
La Araucanía	Temuco - Padre Las Casas	Temuco y Padre Las Casas.
Los Ríos	Valdivia	Valdivia
Los Lagos	Puerto Montt - Puerto Varas.	Puerto Montt y Puerto Varas.
	Osorno	Osorno.
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.	Coyhaique.	Coyhaique.
Magallanes y la Antártica Chilena.	Punta Arenas	Punta Arenas.

Fuente: Elaboración propia.

3. INDICADORES PROPUESTOS.

Los indicadores propuestos se enmarcan en dos variables de análisis: 1) Seguridad Pública y 2) Tránsito Vial.

3.1 SEGURIDAD PÚBLICA.

La variable Seguridad Pública se desglosa a su vez en las siguientes dimensiones e indicadores (ver Figura 1):

- Situacionales de delito:** denota aquellos facilitadores para sucesos de actos delictuales, específicamente, se mide a partir de los indicadores de luminaria pública y distancia a grandes infraestructuras, la que se descompone a su vez, en tres sub- indicadores asociados a la gran infraestructura vial, de equipamientos y áreas no habitadas.
- Victimización:** aborda información estadística de delitos de alta connotación social y la percepción del delito.
- Gobernanza:** involucra la capacidad de carga de bomberos y carabineros.

Figura 1: Dimensiones e indicadores de Seguridad Pública.



Fuente: elaboración propia.

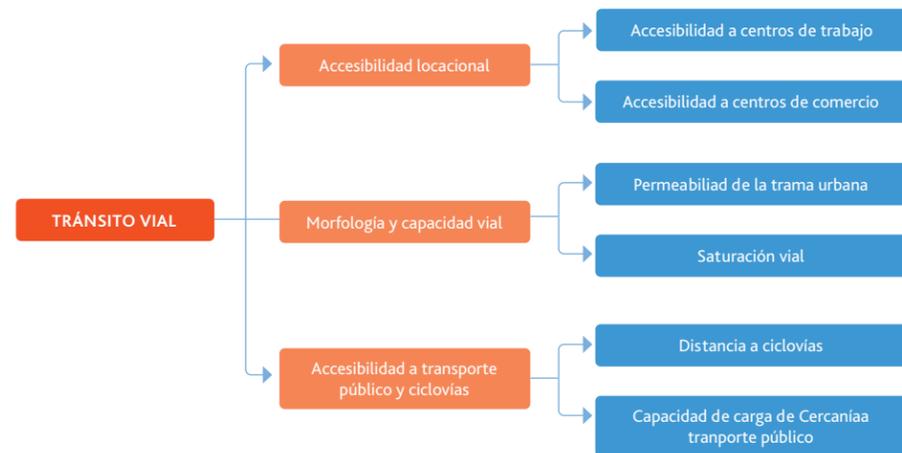
3.2 TRÁNSITO VIAL.

La variable Tránsito Vial se desglosa en las siguientes dimensiones e indicadores (ver Figura 2):

- Accesibilidad locacional:** indica la proximidad a centros urbanos definidos según la concentración de usos de suelo. Los indicadores corresponden a la accesibilidad a centros de trabajo y a centros de comercio.
- Morfología y capacidad vial:** indica condiciones morfológicas de la trama vial y su relación con los modos de transporte de caminata y automóvil. Para su medición se incluyen los indicadores de permeabilidad de la trama urbana y saturación vial.

3. **Accesibilidad a transporte público y ciclovías:** muestra la disponibilidad de servicios e infraestructura para acceso a transporte público y ciclovías.

Figura 2: Dimensiones e indicadores de Tránsito vial.



Fuente: elaboración propia.

3.3 DESGLOSE DE INDICADORES DE SEGURIDAD PÚBLICA.

A continuación, se detalla cada uno de los indicadores propuestos para la variable Seguridad Pública:

3.3.1 Dimensión: Situacionales de delito.

INDICADOR:	Luminaria pública
UNIDAD DE MEDIDA:	Número de luminarias/hectárea.
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.
DESCRIPCIÓN:	El indicador representa el número de luminarias por hectáreas a escala de manzana censal en las ciudades seleccionadas por este estudio. Se aplica una corrección en los resultados, donde el número de luminarias se modifica dependiendo de la cantidad de postes declarados por la Secretaría de Electricidad y Combustible (SEC). Su objetivo es analizar la seguridad situacional, a través de evaluar la cantidad de luminarias en las vías urbanas peatonales.
METODOLOGÍA:	La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se imputan las luminarias públicas declaradas de cada comuna, a las manzanas del censo 2017, determinando de esta manera, el número de luminarias por manzana. • Paso 2: Posteriormente, se aplica una corrección a partir de la cantidad de postes que hay en cada una de estas manzanas. La anterior clasificación se determinó a partir de la distribución de postes que se acumulan en la ciudad. La cantidad de postes son reordenados a nivel ciudad para otorgarles un puntaje de 0 a 1 de acuerdo con el quintil al que pertenecen, por manzana. • Paso 3: Este puntaje es luego ponderado por la cantidad de luminarias por manzana, y es dividido finalmente por hectáreas.

LIMITACIONES:	Las comunas que no responden por transparencia acerca del número de luminarias son reemplazadas por la cantidad total de postes en el área urbana de la comuna.		
FUENTES DE INFORMACIÓN / AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Postes	SEC	2019
	Manzanas	INE	2017
	Luminarias públicas	Peticiones de información a municipalidades	2017-2019

Revisar la metadata en el Anexo 1.

INDICADOR:	Distancia a Grandes Infraestructuras: Viales		
UNIDAD DE MEDIDA:	Metros.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.		
DESCRIPCIÓN:	Este indicador muestra la distancia entre manzanas censales de cada ciudad y las grandes infraestructuras viales, en particular: autopistas y ferrocarriles. El objetivo de este indicador, es medir la distancia entre las manzanas censales y las grandes infraestructuras viales, en particular las autopistas y los ferrocarriles, para identificar las zonas más expuestas al riesgo en este sentido. Las grandes infraestructuras viales son, en general, áreas rodeadas por espacios no habitados y, muchas veces, desprovistos de bermas, iluminación, seguridad y otros factores que aumenten el riesgo.		
METODOLOGÍA:	La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se crea un shapefile que contenga las autopistas y ferrocarriles de las 22 ciudad. Para obtener las autopistas, se descarga la información vial proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (2017) en formato shapefile. Esta información se abre en ArcMap para ser procesada mediante la herramienta "selección por atributos". Aquí se filtran solamente las autopistas. En cambio, la red ferroviaria se obtuvo de una cobertura elaborada por CEDEUS. Teniendo ambas coberturas, se unen mediante la herramienta <i>merge</i>, quedando así una sola capa contenedora de la información vial. • Paso 2: Se mide la distancia entre las manzanas censales y la infraestructura vial obtenida, para esto, se ocupa la herramienta <i>Near</i>. Esta herramienta calcula la distancia entre una entidad de entrada y otra de salida, por lo que la de entrada será la manzana censal y la de salida, la de infraestructuras viales. Como resultado se genera una nueva columna en la tabla de atributos de las manzanas con los metros que hay entre el centroide de la manzana y la infraestructura vial más cercana, sea carretera o férrea. 		
LIMITACIONES:	En la cobertura nacional de las manzanas del SII, faltan las siguientes comunas: La Cruz, La Calera, Hijuela, Quilpué, Cartagena, El Tabo, Olivar, Maule, Coronel, Lota y Tomé.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/ AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Red Vial	INE	2017
	Manzanas 2017	INE	2017
	Red Ferroviaria	CEDEUS	2019

Revisar la metadata en el Anexo 2.

INDICADOR:		Distancia a Grandes Infraestructuras: Equipamientos	
UNIDAD DE MEDIDA:	Metros.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.		
DESCRIPCIÓN:	Este indicador muestra la distancia entre manzanas censales de cada ciudad y los grandes equipamientos, en particular: parques urbanos, cementerios, cárceles, estadios y centros comerciales (mall). El objetivo de este indicador es medir la distancia entre las manzanas censales y los grandes equipamientos, para identificar las zonas más expuestas al riesgo en este sentido. Los equipamientos mencionados, son áreas no habitadas, que aumentan la inseguridad de las zonas aledañas.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se crea un shapefile que contenga los grandes equipamientos para las 22 ciudades. Para ello, mediante la herramienta <i>merge</i>, se construyó una cobertura compuesta por la unión de shapefiles con diferentes fuentes especificadas a continuación: parques urbanos (INE), Cementerios (elaboración propia), Cárceles (elaboración propia), Estadios (elaboración propia) y Centros Comerciales (elaboración propia). • Paso 2: Se mide la distancia entre las manzanas censales y el shapefile final de Grandes Equipamientos, para lo cual se ocupa la herramienta <i>near</i>. Esta herramienta calcula la distancia entre una entidad de entrada y otra de salida, por lo que la de entrada será la manzana censal y la de salida, la de Grandes Equipamientos. Como resultado se genera una nueva columna en la tabla de atributos de las manzanas con los metros que hay entre el centroide de la manzana y el equipamiento más cercana, sea parques urbanos, cementerios, cárceles, estadios y centros comerciales (mall). 		
LIMITACIONES:	Sin limitaciones.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Red Vial	INE	2017
	Manzanas 2017	INE	2017
	Parques Urbanos	Elaboración propia	2020
	Cementerios	Elaboración propia	2020
	Cárceles	Elaboración propia	2020
	Estadios	Elaboración propia	2020
	Centros Comerciales	Elaboración propia	2020

Revisar la metadata en el Anexo 3.

INDICADOR:		Distancia a Grandes Infraestructuras: Áreas no habitadas	
UNIDAD DE MEDIDA:	Metros.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.		
DESCRIPCIÓN:	Este indicador muestra la distancia entre manzanas censales de cada ciudad y grandes equipamientos, en particular: sitios eriazos, zonas industriales, zonas de bodegas y el límite urbano como cambio de uso de suelo habitacional. El objetivo de este indicador es medir la distancia entre las manzanas censales y estas áreas no habitadas, para identificar las zonas más expuestas al riesgo. Las áreas no habitadas aumentan la inseguridad de las zonas aledañas.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Para obtener la información de las zonas no habitadas, fue necesario acceder a las bases de datos del Servicio de Impuestos Internos (SII) para descargar "Información Básica Serie No Agrícola". La información se descarga en formato .txt. (https://www4.sii.cl/sismunInternet/?caller=DETALLE_CAT_Y_ROL_COBRO). • Paso 2: El procesamiento de la información del SII, se realiza en el software de análisis de datos Rstudio. La información desplegada en el software se procesa para obtener un data <i>frame</i> que pueda ser vinculable a la cobertura en formato shapefile, que contiene las manzanas con el código del SII. Para esto, lo primero fue construir el código de manzana en el data <i>frame</i>, pues la base de datos no lo incluye y es la única forma de unir la base al shapefile, mediante un <i>join</i>, herramienta que permite unir dos tablas por medio de un identificativo común (código de manzanas), dando así la posibilidad de representar espacialmente datos externos. El código de manzana se genera a través de una concatenación entre el código SII y el número de manzana de cada observación de la base de datos. • Paso 3: Una vez elaborado el código de manzanas, debe obtenerse la información de la superficie por destino (uso de suelo) y calcular su porcentaje en relación a la superficie total del terreno de la propiedad. Se hace este procesamiento por el código "W", que corresponde a sitios eriazos; "I", correspondiente a industria; y por el código "L", correspondiente a bodega y almacenaje. Para la base de datos final, se consideran como "Grandes Áreas no Habitadas" aquellos terrenos donde se tiene más de 20% de alguno de los tres destinos. • Paso 4: Para realizar el <i>join</i>, la información debe escribirse desde RStudio a "Libro de Excel 1997-2003", formato legible por ArcMap. • Paso 5: Cargada la capa de usos de suelo en ArcMap, se une mediante un <i>merge</i> a la cobertura de "Límite Urbano", proporcionada por el INE (2017), quedando así listo el shapefile de "Grandes Áreas no Habitadas". • Paso 6: Se mide la distancia entre las manzanas censales y el shapefile final de Grandes Áreas no Habitadas, para lo cual se ocupa la herramienta <i>near</i>. Esta herramienta calcula la distancia entre una entidad de entrada y otra de salida, por lo que la de entrada será la manzana censal y la de salida, la de Grandes Áreas no Habitadas. Como resultado se genera una nueva columna en la tabla de atributos de las manzanas, con los metros que hay entre el centroide de la manzana y el área no habitada más cercana. 		
LIMITACIONES:	En la cobertura nacional de las manzanas del SII, faltan las siguientes comunas: La Cruz, La Calera, Hijuela, Quilpué, Cartagena, El Tabo, Olivar, Maule, Coronel, Lota y Tomé.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Manzanas SII	SII	2020
	Manzanas 2017	INE	2017
	Base de datos SII	SII	2020

Revisar la metadata en el Anexo 4.

3.3.2 Dimensión: Victimización

INDICADOR:	Delitos de alta connotación social
UNIDAD DE MEDIDA:	Número de delitos por zona censal.
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.
DESCRIPCIÓN:	Este indicador muestra el número de Delitos de Mayor Connotación Social (DMCS) por zona censal. Los DMCS son: homicidios, robo con violencia o intimidación, otros robos con fuerza, robo en lugar habitado, violaciones, robo con sorpresa, robo de objetos de o desde vehículo, robo de vehículo motorizado, robo en lugar no habitado, hurtos, lesiones leves, lesiones menos graves, graves o gravísimas. El objetivo del indicador es indicar dónde se localizan las zonas con mayor cantidad de los delitos mencionados.
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Portal del Centro de Estudios y Análisis del Delito (CEAD) proporciona todos los delitos, se seleccionan aquellos catalogados como DMCS, en formato shapefile. • Paso 2: Desplegada la cobertura de puntos formato shapefile de los DMCS de las 22 ciudades, se realiza a esta un proceso de <i>Spatial join</i>, herramienta que permite unir los atributos de una entidad con otra basada en la relación espacial de ambas, escribiéndose los datos, en la entidad de salida. Como entidad de entrada, se considera la cobertura de zona censal (INE, 2017) y, como entidad de salida, los DMCS en formato punto. De esta forma, en el shapefile de los DMCS, queda adjunto el código de la zona censal que corresponde a cada punto. • Paso 3: Teniendo la base de DMCS (que corresponde a un shapefile puntual, donde cada observación es un delito), se ingresa esta base al software RStudio, para pasar la base de <i>long</i> a <i>wide</i> y así poder calcular por zona, tanto el total de los delitos como el conteo de cada una de las tipologías de delito. • Paso 4: Trabajando en una base <i>wide</i>, se generan nuevas columnas que van de "delito_1" a "delito_12", donde: <ul style="list-style-type: none"> - delito_1= "HOMICIDIOS" - delito_2= "HURTOS" - delito_3= "LESIONES LEVES" - delito_4= "LESIONES MENOS GRAVES, GRAVES O GRAVISIMAS" - delito_5= "OTROS ROBOS CON FUERZA" - delito_6= "ROBO CON VIOLENCIA O INTIMIDACION" - delito_7= "ROBO DE OBJETO DE O DESDE VEHICULO" - delito_8= "ROBO DE VEHICULO MOTORIZADO" - delito_9= "ROBO EN LUGAR HABITADO" - delito_10= "ROBO EN LUGAR NO HABITADO" - delito_11= "ROBO POR SORPRESA" - delito_12= "VIOLACIONES" • Paso 5: En el mismo software, se realiza un <i>Summarize</i>, herramienta que resume la información en la entidad de salida que se le indique en este caso fue zona censal. A la base de datos por zona censal, se le realiza una sumatoria de cada variable, es decir, de cada delito (paso 4) y del total. Se guarda en formato shapefile para poder ser desplegado en ArcMap. • Paso 6: finalmente, se abre el shapefile en ArcGIS para que, a través de la función Clip, herramienta que corta una entidad de entrada, según una de salida, se divida el shapefile de zona censal nacional por cada ciudad de interés.
LIMITACIONES:	A escala manzana solo ira el dato promedio de la información trabajada a nivel de zona censal. Se dividirá el total de las denuncias de cada zona por el total de las manzanas de esta.

FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Delitos	Centro de Estudios y Análisis del Delito (CEAD), de la Subsecretaría de Prevención del Delito	2019
	Zona Censal	INE	2017

Revisar la metadata en el Anexo 5.

Percepción del delito	
UNIDAD DE MEDIDA:	Habitantes/hectárea con percepción de inseguridad.
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.
DESCRIPCIÓN:	Este indicador se basa en la Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana (ENUSC) para abordar la percepción del delito en el barrio.
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: De la Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana - ENUSC 2017, se utiliza la pregunta 9 del cuestionario, que dice "P9. Durante los últimos 12 meses, según su experiencia, ¿cómo se siente en los siguientes lugares?". Luego, para el análisis, se filtraron aquellos lugares que tienen esta especificidad territorial y que, hacen referencia a la inseguridad en espacios del barrio: <ul style="list-style-type: none"> - 09 plazas y parques del barrio. - 10 canchas deportivas de su barrio. - 11 paraderos de locomoción colectiva del barrio. - 12 calles de su barrio. • Paso 2: Escogidas las preguntas, se realizará una recodificación de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> - Si el encuestado se siente muy inseguro se otorga el puntaje 1. - Si está inseguro 0.75, si está seguro 0.5 - Si está muy seguro 0.25. • Paso 3: Se le aplica el factor de expansión de personas a cada uno de estos grupos y se generan sumas de población por comuna. En una primera instancia se saca un índice global de inseguridad que corresponde al promedio de las 4 respuestas otorgadas. Este indicador global, que va de 0 a 1, nos indica que entre más cerca de 1, hay mayor inseguridad. Así mismo, se toma la población comunal que promedia más de 0,5 en este promedio, para definir el porcentaje que representa acerca del total de la comuna. De esta manera tenemos el % de inseguros con respecto al total de cada comuna. Este porcentaje de inseguros, luego se le aplica a la población declarada de cada manzana censal 2017. • Paso 4: Considerando también que el indicador global determina diferencias significativas en los territorios, este valor también se le aplica a las manzanas, con ánimos de corregir las diferencias espaciales. De esta manera, en el shape de manzanas, se multiplica la población por el porcentaje de inseguros (se obtiene el número de inseguros por manzanas) y luego esta población es corregida por el indicador global que diferencia entre 0 y 1 las comunas con más y menos seguridad. • Paso 5: Se toma para corregir problemas de grandes áreas, por lo que la población insegura es dividida por las hectáreas de cada manzana. El indicador final entonces queda como población insegura/hectárea de cada manzana censal 2017.
LIMITACIONES:	La encuesta ENUSC no posee representatividad a nivel de manzana. Teniendo en consideración esta limitante, se decidió considerar variables barriales con ánimos de corregir dicho escenario.

FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Encuesta ENUSC	MDS	2017
	Manzanas 2017	INE	2017

Revisar la metadata en el Anexo 6.

3.3.3 Dimensión: Gobernanza

INDICADOR:	Capacidad de carga de Bomberos															
UNIDAD DE MEDIDA:	Tasa (bomberos/1.000 habitantes).															
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.															
DESCRIPCIÓN:	El objetivo es medir la cantidad de bomberos por cada 1.000 habitantes para cada de manzana censal a la cual bomberos puede acceder, todo ello ponderado por tiempo. El cálculo se realiza en función de la accesibilidad vial, partiendo desde cada una de las estaciones de bomberos y por medio de un vehículo motorizado, con la finalidad de, visualizar la capacidad de carga de la institución ante emergencias de seguridad ciudadana.															
METODOLOGÍA:	La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: El proceso se realiza mediante análisis de redes viales o enrutamiento, este cálculo consiste en encontrar las rutas óptimas teniendo en cuenta como costo o impedancia la velocidad máxima permitida en cada vía (vehículo motorizado) y el sentido de las vías. De este modo, se obtiene la capacidad de respuesta a emergencias de Bomberos. Se matiza que una manzana será atendida únicamente por la estación más cercana • Paso 2: Se añade la capacidad de carga a la capa de origen. Esta capacidad será asignada a cada manzana censal, en base a la proporción de bomberos y población. Finalmente, se pondera por tiempo de costo de la ruta en cada caso. • Paso 3: Este resultado final se presenta en modo de tasa de bomberos disponibles cada mil habitantes. 															
LIMITANTES:	a) Lo siguiente no es un limitante, sino un limitador. Se ha diseñado el indicador para que cada manzana tenga únicamente una ruta a su establecimiento o <i>facility</i> más cercana, y no un enrutamiento de una manzana a todos los establecimientos de un área urbana. b) El enrutamiento se basa en la velocidad máxima permitida legal establecida para cada vía (según datos OSM), por lo cual no se ha tenido en cuenta impedancias por señales de tráfico como semáforos, o la congestión vial, por ejemplo.															
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dato</th> <th>Fuente</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estaciones de bomberos</td> <td>CEDEUS</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Manzanas censales</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Red vial</td> <td>Open Street Map</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Número de voluntarios por comuna, Memoria Anual de Bomberos</td> <td>Bomberos de Chile</td> <td>2018</td> </tr> </tbody> </table>	Dato	Fuente	Año	Estaciones de bomberos	CEDEUS	2017	Manzanas censales	INE	2017	Red vial	Open Street Map	2020	Número de voluntarios por comuna, Memoria Anual de Bomberos	Bomberos de Chile	2018
Dato	Fuente	Año														
Estaciones de bomberos	CEDEUS	2017														
Manzanas censales	INE	2017														
Red vial	Open Street Map	2020														
Número de voluntarios por comuna, Memoria Anual de Bomberos	Bomberos de Chile	2018														

Revisar la metadata en el Anexo 7.

INDICADOR:	Capacidad de carga de Carabineros															
UNIDAD DE MEDIDA:	Tasa (carabineros/1.000 habitantes).															
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.															
DESCRIPCIÓN:	El indicador busca conocer la cantidad de carabineros por cada 1.000 habitantes para cada manzana censal a la cual Carabineros puede acceder, todo ello ponderado por tiempo. El cálculo se realiza en función de la accesibilidad vial, partiendo desde cada una de las comisarías de carabineros y por medio de un vehículo motorizado, con la finalidad de, visualizar la capacidad de carga de la institución ante emergencias de seguridad ciudadana.															
METODOLOGÍA:	La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: El proceso se realiza mediante análisis de redes viales o enrutamiento, este cálculo consiste en encontrar las rutas óptimas teniendo en cuenta como costo o impedancia la velocidad máxima permitida en cada vía (vehículo motorizado) y el sentido de las vías. De este modo, se obtiene la capacidad de respuesta a emergencias de Carabineros. Se matiza que una manzana será atendida únicamente por la comisaría más cercana. • Paso 2: Se añade la capacidad de carga que será asignada a cada manzana censal, en base a la proporción de carabineros y población. Luego, ponderado por tiempo de costo de la ruta en cada caso. • Paso 3: Este resultado final se presenta en modo de tasa de carabineros disponibles cada mil habitantes. 															
LIMITACIONES:	a) Se conoce el número de carabineros por comuna, no así el número de carabineros por comisaría. b) El enrutamiento se basa en la velocidad máxima permitida legal establecida para cada vía (según datos OSM), por lo cual no se ha tenido en cuenta impedancias por señales de tráfico como semáforos, o la congestión vial, por ejemplo.															
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dato</th> <th>Fuente</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Comisarías</td> <td>IDE Chile</td> <td>2018</td> </tr> <tr> <td>Manzanas censales</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Red vial</td> <td>Open Street Map</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Número de carabineros</td> <td>Carabineros de Chile</td> <td>2015</td> </tr> </tbody> </table>	Dato	Fuente	Año	Comisarías	IDE Chile	2018	Manzanas censales	INE	2017	Red vial	Open Street Map	2020	Número de carabineros	Carabineros de Chile	2015
Dato	Fuente	Año														
Comisarías	IDE Chile	2018														
Manzanas censales	INE	2017														
Red vial	Open Street Map	2020														
Número de carabineros	Carabineros de Chile	2015														

Revisar la metadata en el Anexo 8.

3.4. DESGLOSE DE INDICADORES DE TRÁNSITO VIAL.

A continuación, se detalla cada uno de los indicadores propuestos para la variable Tránsito Vial:

3.4.1 Dimensión: Accesibilidad locacional.

INDICADOR: Accesibilidad a Centros de Trabajo													
UNIDAD DE MEDIDA:	Distancia (mts.) ponderada a centro de Trabajo.												
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.												
DESCRIPCIÓN:	El indicador mide la distancia desde cada manzana a los principales centros de trabajo, relevados a partir del estadístico espacial LISA. El peso relativo del LISA en función del peso de su aglomeración pondera la distancia entre la manzana y el centro comercial más cercano, dando mayor peso a los centros de mayor importancia, los que capturan una mayor cantidad de manzanas. En su defecto aquellas sub-centralidades de empleo de menor tamaño capturan orígenes sólo en el entorno inmediato.												
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se crea una matriz de pesos espaciales en función de las ubicaciones de los valores de atributo mediante la estadística del índice Anselin Local Moran I (Anselin, 1995). Se considera para esto las manzanas del SII con los metros cuadrados de oficina. La distancia considerada para cada cálculo es variable en función del tamaño de la ciudad y de la aglomeración derivada del LISA (Anselin Local Moran). La matriz de pesos espaciales (también denominada matriz de contactos o matriz de proximidad espacial) y simbolizada con W. Esta matriz corresponde a una matriz cuadrada de NxN, siendo N el número de unidades espaciales, en este caso, corresponde a manzana censal (Moreno y Vayá, 2000). • Paso 2: Una vez calculada la matriz, se extraen todas las zonas catalogadas con una alta cantidad de vecinos (de acuerdo con lo definido por la matriz de pesos espaciales) revisando que estén presentes las centralidades de oficina conocidas para cada ciudad. Estas áreas ahora serán consideradas como destinos en el análisis de redes. • Paso 3: Se establece un peso en función de la aglomeración, de la potencia del valor z y del tamaño de la ciudad (valor estandarizado del índice Moran a escala local) para calcular en función de esto una función exponencial negativa que defina la distancia máxima entre el origen y el destino, dado el peso del destino. • Paso 4: Finalmente se ejecuta un análisis de redes que permite establecer la distancia entre cada manzana del área de estudio y su destino más cercano (según la distancia ponderada por la importancia del centro de trabajo). 												
LIMITACIONES:	Las distancias no son exactas, es ponderada en función del peso específico de las centralidades analizadas, por lo tanto, se debe analizar en función de los pesos relativos de las centralidades en cuestión.												
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dato</th> <th>Fuente</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metros cuadrados de Oficina</td> <td>SII</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Manzanas</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Ejes Viales con impedancia de distancia</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> </tbody> </table>	Dato	Fuente	Año	Metros cuadrados de Oficina	SII	2020	Manzanas	INE	2017	Ejes Viales con impedancia de distancia	INE	2017
Dato	Fuente	Año											
Metros cuadrados de Oficina	SII	2020											
Manzanas	INE	2017											
Ejes Viales con impedancia de distancia	INE	2017											

Revisar la metadata en el Anexo 9.

INDICADOR: Accesibilidad a Centros de Comercio													
UNIDAD DE MEDIDA:	Distancia (mts.) ponderada a centro de comercio												
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.												
DESCRIPCIÓN:	El indicador mide la distancia desde cada manzana a los principales centros de trabajo, relevados a partir del estadístico espacial LISA. El peso relativo del LISA en función del peso de su aglomeración pondera la distancia entre la manzana y el centro comercial más cercano, dando mayor peso a los centros de mayor importancia, los que capturan una mayor cantidad de manzanas. En su defecto aquellos sub-centralidades comerciales de menor tamaño capturan orígenes sólo en el entorno inmediato.												
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se crea una matriz de pesos espaciales en función de las ubicaciones de los valores de atributo mediante la estadística del índice Anselin Local Moran I (Anselin, 1995). Se considera para esto las manzanas del SII con los metros cuadrados de comerciales, según corresponda. La distancia considerada para cada cálculo es variable en función del tamaño de la ciudad y de la aglomeración derivada del LISA (Anselin Local Moran). La matriz de pesos espaciales (también denominada matriz de contactos o matriz de proximidad espacial) y simbolizada con W. Esta matriz corresponde a una matriz cuadrada de NxN, siendo N el número de unidades espaciales, en este caso, corresponde a manzana censal (Moreno y Vayá, 2000). • Paso 2: Una vez calculada la matriz, se extraen todas las zonas catalogadas con una alta cantidad de vecinos (de acuerdo con lo definido por la matriz de pesos espaciales) revisando que estén presentes las centralidades de oficina o comerciales conocidas para cada ciudad. Estas áreas ahora serán consideradas como destinos en el análisis de redes. • Paso 3: Se establece un peso en función de la aglomeración, de la potencia del valor z y del tamaño de la ciudad (valor estandarizado del índice Moran a escala local) para calcular en función de esto una función exponencial negativa que defina la distancia máxima entre el origen y el destino, dado el peso del destino. • Paso 4: Finalmente se ejecuta un análisis de redes que permite establecer la distancia entre cada manzana del área de estudio y su destino más cercano (según la distancia ponderada por la importancia del centro de comercio). 												
LIMITACIONES:	Las distancias no son exactas, es ponderada en función del peso específico de las centralidades analizadas, por lo tanto, se debe analizar en función de los pesos relativos de las centralidades en cuestión												
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dato</th> <th>Fuente</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metros cuadrados de comercio</td> <td>SII</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Manzanas</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Ejes Viales con impedancia de distancia</td> <td>INE</td> <td>2017</td> </tr> </tbody> </table>	Dato	Fuente	Año	Metros cuadrados de comercio	SII	2020	Manzanas	INE	2017	Ejes Viales con impedancia de distancia	INE	2017
Dato	Fuente	Año											
Metros cuadrados de comercio	SII	2020											
Manzanas	INE	2017											
Ejes Viales con impedancia de distancia	INE	2017											

Revisar la metadata en el Anexo 10.

3.4.2 Dimensión: Morfología y capacidad vial.

INDICADOR:	Permeabilidad de la trama urbana		
UNIDAD DE MEDIDA:	Cantidad de cruces viales por esquina.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana censal.		
DESCRIPCIÓN:	Este indicador busca medir la permeabilidad de la trama urbana, vía l cantidad de cruces viales que tiene cada esquina de las 22 ciudades de interés. El objetivo es conocer aquellos sectores con problemas de accesibilidad, mientras menos cruces, peor catalogados.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Se transformó la base de ejes viales (líneas) a puntos, en vértices en particular. De esta forma, cada intersección corresponderá a un punto. • Paso 2: Realizada la transformación, se utiliza <i>dissolve</i>, herramienta que crea una nueva cobertura mediante la fusión de regiones para poder contabilizar cada punto que hay en las intersecciones, es decir, tener el número de intersecciones por esquina. • Paso 3: Se realiza una interpolación de estadísticas geográficas a través de la herramienta <i>Empirical Bayesian Kriging</i>. El objetivo de esta interpolación es buscar una forma adecuada de mostrar la información de los cruces. Estas herramientas, en particular, permiten predecir el comportamiento de la información expresada en puntos a un radio definido, para este estudio se usó cuadrillas de 100x100 metros, emulando cuadradas. • Paso 4: Teniendo la cobertura ráster, de cuadrillas, se realiza una unión a la manzana censal a través de la Zonal Statistics as Table, herramienta que resume los valores de un ráster dentro de las zonas de otro <i>dataset</i> y tiene como salida una tabla. En este caso, el ráster de entrada fue la interpolación del paso 3 y el otro <i>dataset</i>, las manzanas censales. • Paso 5: Por último, mediante un <i>join</i>, se une la tabla del pase 4 con las manzanas censales. 		
LIMITACIONES:	El procesamiento del indicador no revisa particularidades del terreno. Se basa únicamente en la topología.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO.	Dato	Fuente	Año
	Red Vial	INE	2017
	Manzana Censal 2017	INE	2017

Revisar la metadata en el Anexo 11.

INDICADOR:	Saturación Vial		
UNIDAD DE MEDIDA:	Tasa entre cantidad de vehículos y ancho de calle (mts.).		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana censal.		
DESCRIPCIÓN:	El indicador busca medir y estimar la proporción de vehículos por manzana y su relación con la capacidad vial con el fin de, conocer aquellos sectores con problemas de accesibilidad y, por ende, con un aumento de la saturación vial.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: A partir de la base de datos de permisos de circulación comunal (INE, 2018) y la cantidad de hogares por comuna (Censo, 2017) se estima una tasa comunal de vehículos por hogar. • Paso 2: Con la cantidad de hogares por manzana (Censo, 2017) y la tasa calculada anteriormente, se estima el número de vehículos por manzana. Prorrateando, mediante una multiplicación simple entre el número de hogares por manzana y dicha tasa comunal. • Paso 3: A partir de la red vial (INE, 2017) y las manzanas censales se estima la distancia y tipo de vía más cercana a cada manzana usando la herramienta <i>Near</i> para unir el atributo más cercano y calcular su distancia. En paralelo se hace un <i>buffer</i> de 25 mts. desde las avenidas y carreteras, para identificar con variables <i>dummy</i> aquellas manzanas que enfrentan una de estas vías, de manera de que estas vías sean prioritarias, por sobre pasajes y calles, cuando una manzana enfrente a más de un tipo de vía. • Paso 4: Se elabora una grilla (<i>fishnet</i>) de 100x100 mts. Luego, mediante <i>spatial join</i> se estima un promedio de ancho de calle por celda, y luego se vuelve a <i>spatial join</i>. De tal forma que la manzana capture el valor promedio del ancho de vía alrededor de ella en lugar de quedarse con el valor del atributo más cercano. • Paso 5: En paralelo, se estima un ponderador según tipo de vía enfrentada. 1.5 para carreteras y avenidas, 1 para calles y 0.5 para pasajes, corrigiendo según los <i>buffers</i> y <i>dummies</i> estimados en el paso 3. De esta forma, el indicador de saturación vial tomará valores más altos en caso de ser una manzana que enfrenta una carretera o avenida, asumiendo que el tráfico de vehículos es más alto en dichas vías, y valores más bajos cuando enfrenta a pasajes. 		
LIMITACIONES:	La principal limitación del indicador tiene que ver con la fuente para estimar el número de vehículos por manzana, correspondiente a la base de datos de permisos de circulación cuya agregación es a nivel de comuna. Esto tiene 2 limitantes: (1) no necesariamente un vehículo se inscribe en la comuna de residencia de su dueño, sucede en zonas de segunda vivienda que hay más vehículos que viviendas con moradores presentes y; (2) al prorratear por la cantidad de hogares se asume que la distribución de los vehículos es homogénea en cada comuna.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Permisos de Circulación	INE	2018
	Red Vial	INE	2017
	Manzana Censal 2017	INE	2017

Revisar la metadata en el Anexo 12.

3.4.3 Dimensión: Accesibilidad a transporte público y ciclovías.

INDICADOR:	Distancia a ciclovías.		
UNIDAD DE MEDIDA:	Metros de distancia a ciclovía.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.		
DESCRIPCIÓN:	El indicador representa la distancia geodésica desde las manzanas censales a las ciclovías, en las principales ciudades del país.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: La información geoespacial en relación con las ciclovías para las ciudades bajo estudio se ha obtenido de Open Street Maps (2020), y más concretamente en el portal GEOFABRIK (https://www.geofabrik.de/) desde donde es posible descargar los datos. En estos datos se ubican una serie de entidades geométricas georreferenciadas, y una de ellas hace alusión a redes de transporte. • Paso 2: Mediante un sistema de etiquetado y códigos se puede acceder a los datos de ciclovías para Chile e individualizarse, y así trabajarlos en SIG de escritorio. • Paso 3: Una vez descargada esta base se efectuó la herramienta <i>near</i> desde las manzanas censales hacia la línea de ciclovías, dejando el resultado final de metros de distancia hacia estas infraestructuras. 		
LIMITACIONES:	Sin limitaciones.		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO:	Dato	Fuente	Año
	Ciclovías 2019	OSM	2019
	Manzana Censal 2017	INE	2017

Revisar la metadata en el Anexo 13.

INDICADOR:	Cercanía a transporte público		
UNIDAD DE MEDIDA:	Nº estaciones/manzana.		
ESCALA DE AGREGACIÓN:	Manzana Censal.		
DESCRIPCIÓN:	Conocer el número de paraderos y estaciones a los que se puede acceder desde una determinada manzana censal. Se calcula a partir de dos estándares de distancia máxima en función de la red vial; 300 metros en paraderos de bus, y 600 metros en terminales de bus, estaciones multimodales, de tren y metro.		
METODOLOGÍA:	<p>La metodología mediante la cual fue calculado el indicador consiste en los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: El presente indicador tiene como fuentes de información la localización de las infraestructuras de transporte público (paradero bus urbano, terminal bus, metro, tren) del Sistema de Indicadores y Estándares del Desarrollo Urbano (SIEDU, 2019), información cartográfica y datos censales a escala de manzana (INE, Censo 2017) y la red vial (Open Street Map, 2020). • Paso 2: El proceso se realiza mediante análisis de redes viales o enrutamiento, el cual consiste en el cálculo de áreas de servicio por medio del callejero y teniendo en cuenta como costo o impedancia de 300 metros de distancia máxima para paraderos de bus urbano y 600 metros para el resto de las estaciones. Un área de servicio de red es una región que abarca todas las calles accesibles (es decir, calles que están dentro de una impedancia especificada). Por ejemplo, el área de servicio de 5 minutos para un punto en una red incluye todas las calles a las que se puede llegar desde ese punto en un plazo de 5 minutos. • Paso 3: De este modo, se obtiene las áreas de servicio desde las infraestructuras de transporte, las cuales abarcarán determinadas manzanas. Así pues, se computa el número de infraestructuras que abarcan o se superponen a las manzanas censales y el resulta se asigna a éstas últimas. 		
LIMITACIONES:	<p>A la metodología se le ha añadido un proceso para evitar el problema de sobreestimación del valor del indicador en manzanas de gran extensión. En relación a esto, se ha optado por aplicar un criterio de cobertura de accesibilidad a todas las manzanas censales de cada ciudad, no únicamente a grandes manzanas: calcular el porcentaje de cobertura de una infraestructura de transporte sobre la manzana.</p> <p>Si el porcentaje de cobertura es igual o mayor al 50% se establece que la manzana tiene accesibilidad a la infraestructura en cuestión y forma parte del conteo. Siendo menor al 50%, esa manzana no tiene acceso a la infraestructura de transporte y se descarta.</p>		
FUENTES DE INFORMACIÓN/AÑO.	Dato	Fuente	Año
	Paraderos y estaciones de transporte público	SIEDU	2019
	Manzanas censales	INE	2017
	Red vial	Open Street Map	2020

Revisar la metadata en el Anexo 14.

4. ÍNDICE SINTÉTICO.

En función de lo propuesto en las secciones 2 y 3, se procede a establecer el formato de cálculo de los indicadores sintéticos para las dimensiones de Seguridad y Vialidad.

4.1 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN ÍNDICE SINTÉTICO

Para el caso de ambas dimensiones se propuso una metodología óptima, replicable y de fácil interpretación, para sintetizar la información reunida en cada ámbito. Para elaborar el indicador sintético por ámbito en primer lugar, con el fin de homologar las unidades de medida propias de cada indicador, se estandarizan las variables de manera que los valores mínimos y máximos de cada indicador correspondan a 0 y 1 respectivamente, para el caso de aquellos indicadores que tengan una relación directamente proporcional al fenómeno analizado (sentido positivo). Sin embargo, para el caso de aquellos indicadores que tengan una relación inversamente proporcional al fenómeno analizado (sentido negativo), los valores mínimos corresponderán a 0 y los valores máximos a 1.

En la Tabla 2 se indica para cada variable su sentido. Si tienen sentido positivo significa que en la escala del indicador los valores altos son óptimos, en cambio el sentido negativo indica que los valores altos son críticos para el indicador, por lo que se aplicó el cambio de sentido (multiplicación por -1).

Tabla 2: Normalización de variables.

Ámbito	Código indicador	Nombre indicador	Sentido
Seguridad	S01	Estadísticas crimen	-
	S02	Percepción del delito	-
	S03	Luminarias por ha	+
	S04	Áreas no habitadas	+
	S05	Grandes equipamientos	+
	S06	Infraestructuras viales	+
	S07	Cobertura de Bomberos	+
	S08	Cobertura de Carabineros	+
	S09	Promedio Distancia a Grandes Infraestructuras (S04 + S05 + S06)	+
Vialidad	V01	Centralidad empleo	-
	V02	Centralidad comercio	-
	V03	Saturación Vial	-
	V04	Paraderos	+
	V05	Permeabilidad trama	+
	V06	Distancia a Ciclovías	-

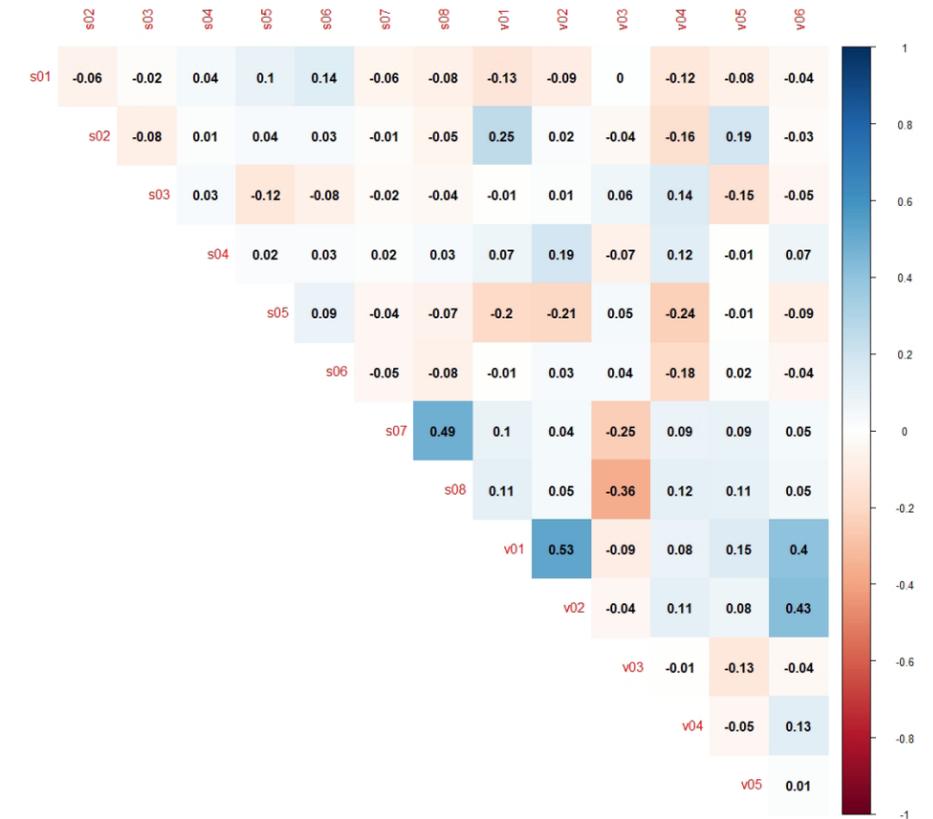
Fuente: Elaboración propia

4.2 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RELACIÓN ENTRE VARIABLES (MATRIZ DE CORRELACIÓN)

Una parte fundamental para el cálculo de indicadores sintéticos es el análisis de correlación entre cada una de las variables analizadas por dimensión. Esta actividad tuvo por objetivo estimar la colinealidad entre variables, y poder discriminar al máximo aquellas variables que tienen una misma distribución. Este ejercicio se realizó solo para las ciudades de Santiago y Osorno que, al ser unidades espaciales representativas del total de ciudades analizadas, representan 41,76% del total de manzanas analizadas.

La figura 3 muestra la matriz de correlaciones estimada para las ciudades de Santiago y Osorno, donde se puede observar que existen cuatro variables que tienen correlaciones iguales o mayores a 0,40, donde se destaca la correlación entre la cobertura de bomberos y cobertura de carabineros que es de 0,49. Para efectos de este estudio, esta correlación es considerada alta dado el valor de la colinealidad que existe entre ambas variables, y también por el tipo de fenómenos que es analizado. Para el cálculo de las dimensiones de seguridad fue descartada la variable cobertura de bomberos.

Figura 3: matriz de correlaciones para las ciudades de Santiago y Osorno



Fuente: Elaboración propia

4.3 CÁLCULO DE ÍNDICE SINTÉTICO

Una vez definidas y normalizadas las variables a considerar en cada índice sintético (Tabla 3), se estima un el valor final de cada dimensión por medio de la media aritmética entre las variables que componen cada ámbito. Esto se puede observar en las siguientes formulas:

$$\text{Indicador Sintético Seguridad} = (S01 + S02 + S03 + S08 + S09) / 5$$

$$\text{Indicador Sintético Vialidad} = (V01 + V02 + V03 + V04 + V05 + V06) / 6$$

Tabla 3: Variables seleccionadas por ámbito

Código indicador	Ámbito	Nombre indicador
S01	Seguridad	Estadísticas crimen
S02		Percepción del delito
S03		Luminarias por ha
S08		Cobertura de Carabineros
S09		Promedio Distancia a Grandes Infraestructuras (S04 + S05 + S06)
V01	Vialidad	Centralidad empleo
V02		Centralidad comercio
V03		Saturación Vial
V04		Paraderos
V05		Permeabilidad trama
V06		Distancia a Ciclovías

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado para la estimación de variables e indicadores de seguridad y vialidad propuestos, permitió generar un levantamiento información territorial a escala de manzana para las 22 ciudades más importantes del sistema urbano de Chile. Estas ciudades analizadas fueron propuestas por la Gerencia de Estudios de la CChC y validadas por el equipo del Observatorio de Ciudades UC (OCUC) de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Varios de los indicadores propuestos fueron discutidos con expertos en la materia, sobre todo en la dimensión de seguridad, donde reuniones de trabajo con la Fundación Paz Ciudadana permitieron dar un enfoque de análisis urbano para aquellos indicadores que tienen un foco puesto elementos situacionales del delito. También, en cuanto a las variables de vialidad estos fueron propuestos como métricas de proximidad a atributos de proximidad espacial a diferentes atributos (red de transporte o áreas trabajo, por ejemplo).

En cuanto a las metodologías utilizadas en la medición de indicadores, la unidad de análisis que permite la replicabilidad de los métodos propuestos es la manzana censal. Asimismo, una de las limitantes de este proceso metodológico refiere a la homologación de variables a diferentes escalas, donde podemos destacar que se hizo un trabajo estadístico en variables como cantidad de luminarias o cantidad de delitos de mayor connotación social (DMCS), que pasaron de una escala de comuna y distrito, respectivamente, a homologar su información a nivel de manzana.

En seguridad pública se vieron tres grandes temas: primero está situaciones de delito, identificando zonas facilitadoras de sucesos de actos delictuales; luego está victimización, abordando información cuantitativa sobre delitos; y, por último, gobernanza, adhiriendo información sobre capacidad de carga de bomberos y carabineros en la seguridad pública. En cuanto a transito vial, también se trabajaron indicadores en torno a tres grandes temas, accesibilidad local, enfocado en los usos de suelo; luego están los indicadores asociados a morfología urbana y capacidad vial, que indican condiciones materiales y concretas de la trama urbana; por último, están los indicadores de accesibilidad a transporte público y ciclovías, que indica las brechas de distancia que existen en este ámbito.

En conclusión, este nuevo ejercicio metodológico y práctico viene a potenciar los análisis en materia de indicadores para 22 ciudades de Chile, y para la Cámara Chilena de la Construcción permite dar continuidad al trabajo de indicadores de bienestar territorial desarrollado en 2018. El objetivo de este documento es que sirva de guía para la definición de nuevos indicadores en materias de seguridad urbana y condiciones de accesibilidad y transporte al interior de nuestras ciudades.

6. ANEXOS.

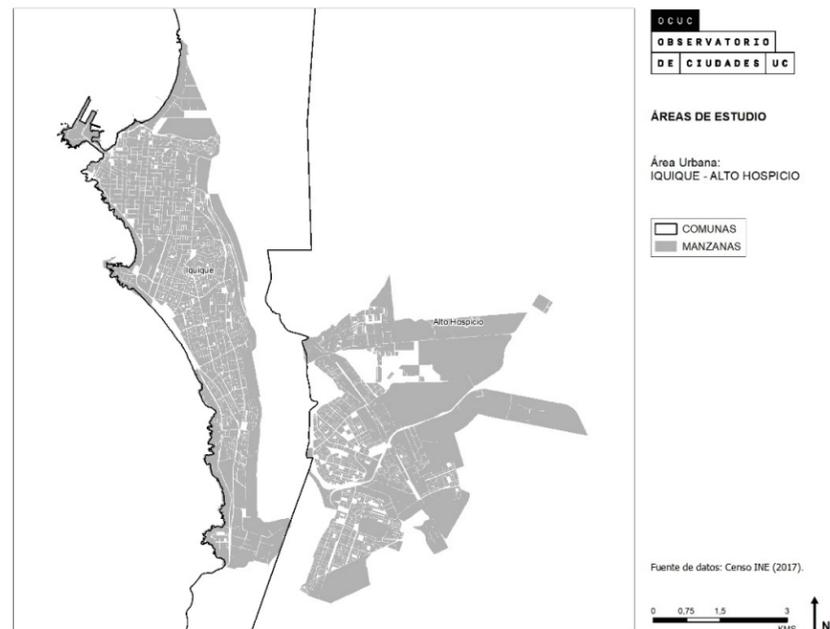
6.1 ÁREAS DE ESTUDIO

Figura 4: Área de estudio, Ciudad de Arica.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5: Área de estudio, Ciudad de Iquique-Alto Hospicio.



Fuente: elaboración propia.

Figura 6: Área de estudio, Ciudad de Antofagasta.



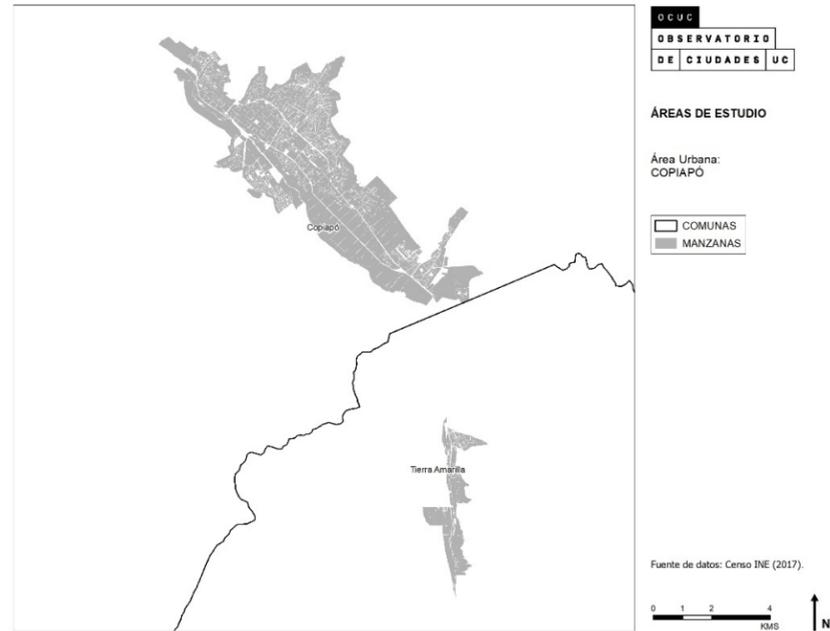
Fuente: elaboración propia.

Figura 7: Área de estudio, Ciudad de Calama.



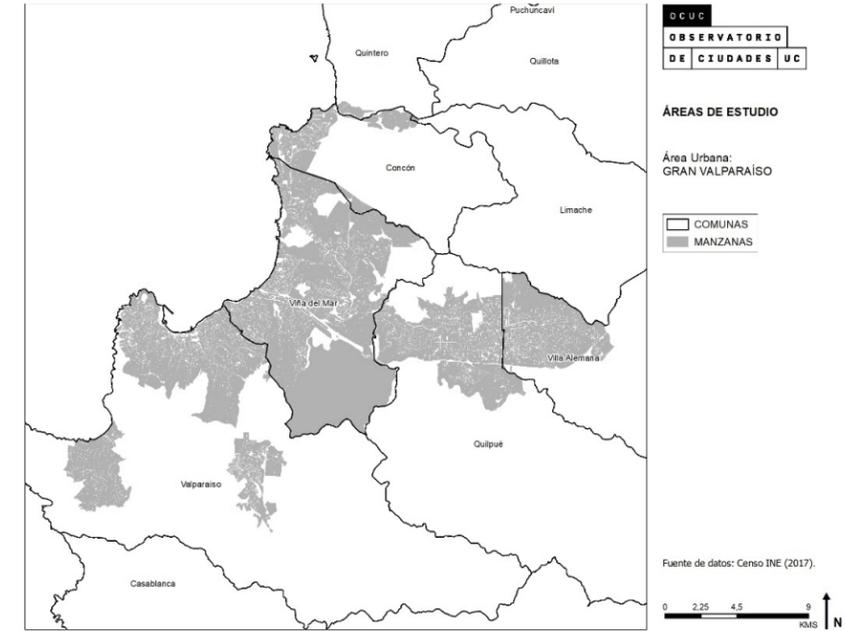
Fuente: elaboración propia.

Figura 8: Área de estudio, Ciudad de Copiapó.



Fuente: elaboración propia.

Figura 10: Área de estudio, Ciudad de Gran Valparaíso.



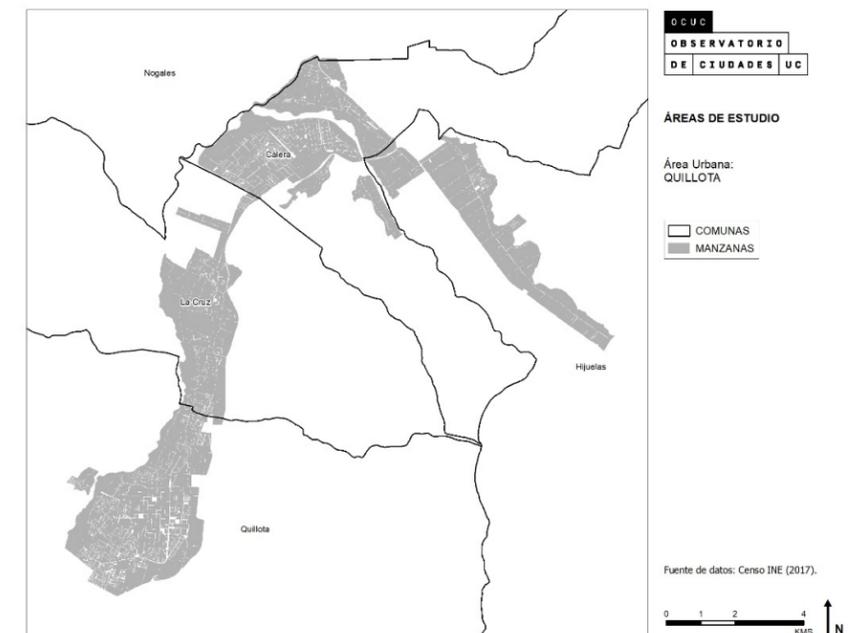
Fuente: elaboración propia.

Figura 9: Área de estudio, Ciudad de La Serena-Coquimbo.



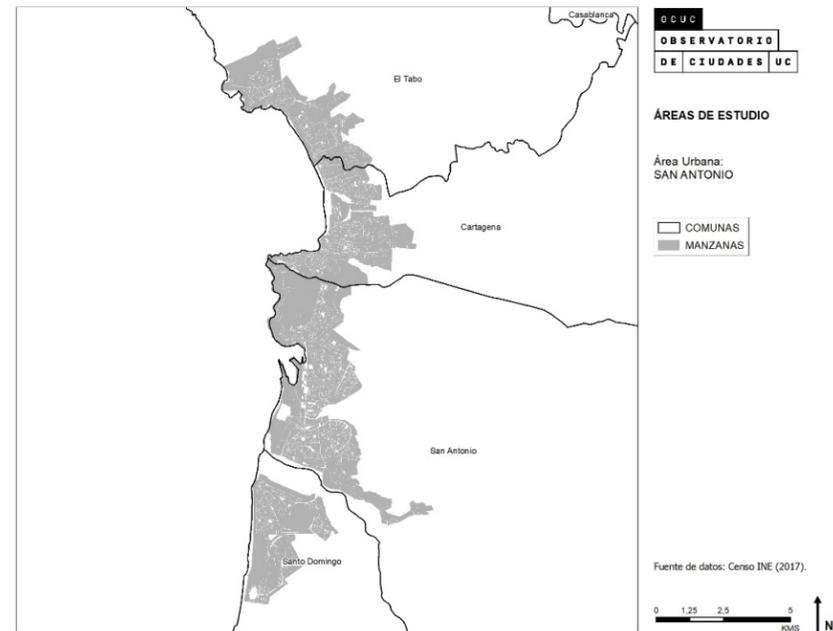
Fuente: elaboración propia.

Figura 11: Área de estudio, Ciudad de Quillota.



Fuente: elaboración propia.

Figura 12: Área de estudio, Ciudad de San Antonio.



Fuente: elaboración propia.

Figura 14: Área de estudio, Ciudad de Talca.



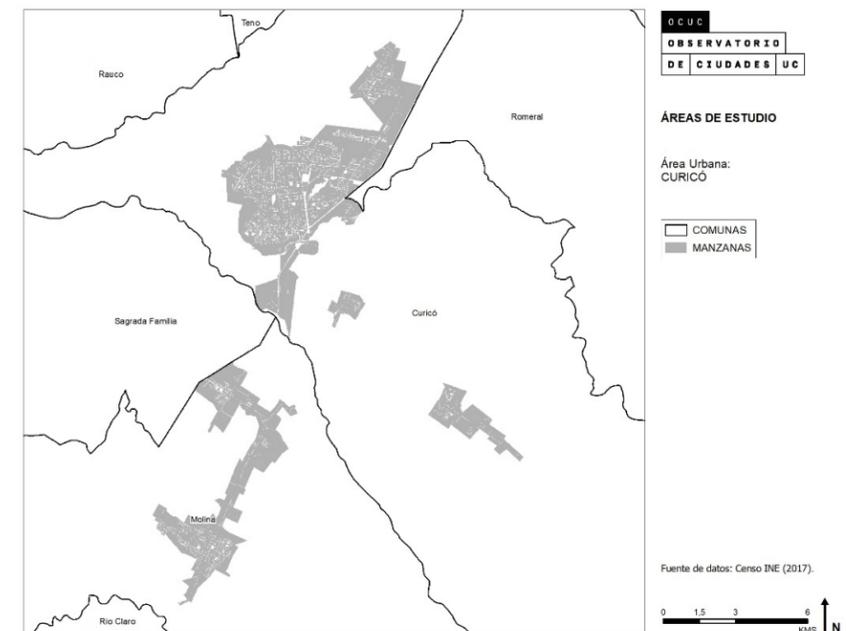
Fuente: elaboración propia.

Figura 13: Área de estudio, Ciudad de Rancagua.



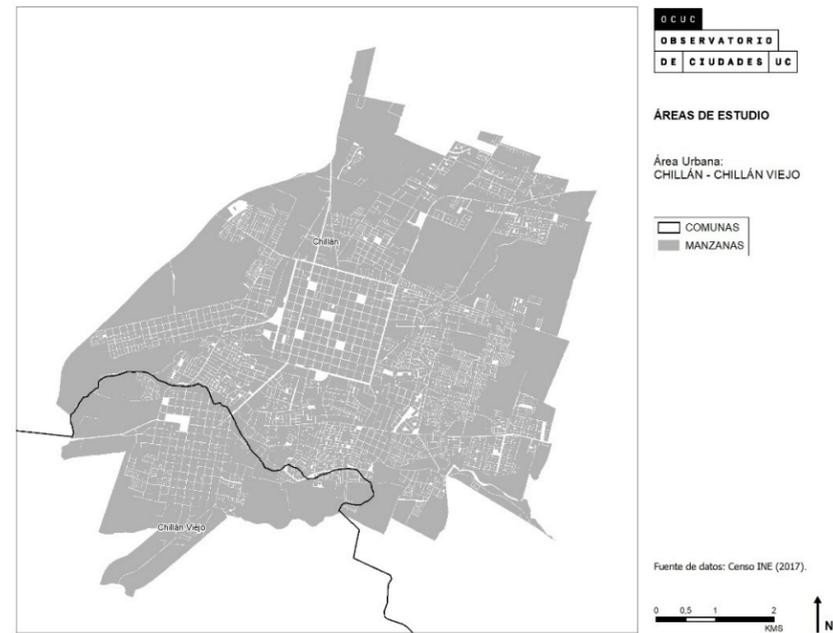
Fuente: elaboración propia.

Figura 15: Área de estudio, Ciudad de Curicó.



Fuente: elaboración propia.

Figura 16: Área de estudio, Ciudad de Chillán.



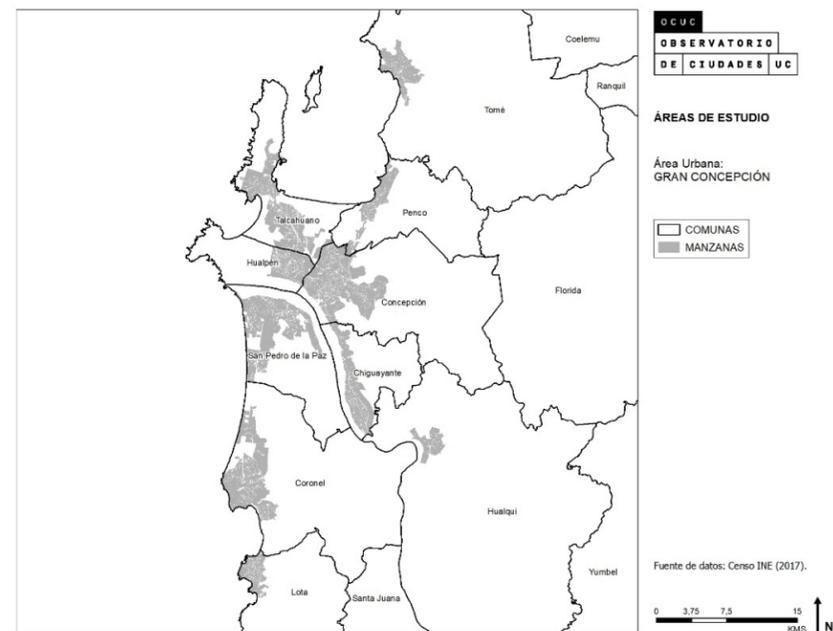
Fuente: elaboración propia.

Figura 18: Área de estudio, Ciudad de Los Ángeles.



Fuente: elaboración propia.

Figura 17: Área de estudio, Ciudad de Gran Concepción.



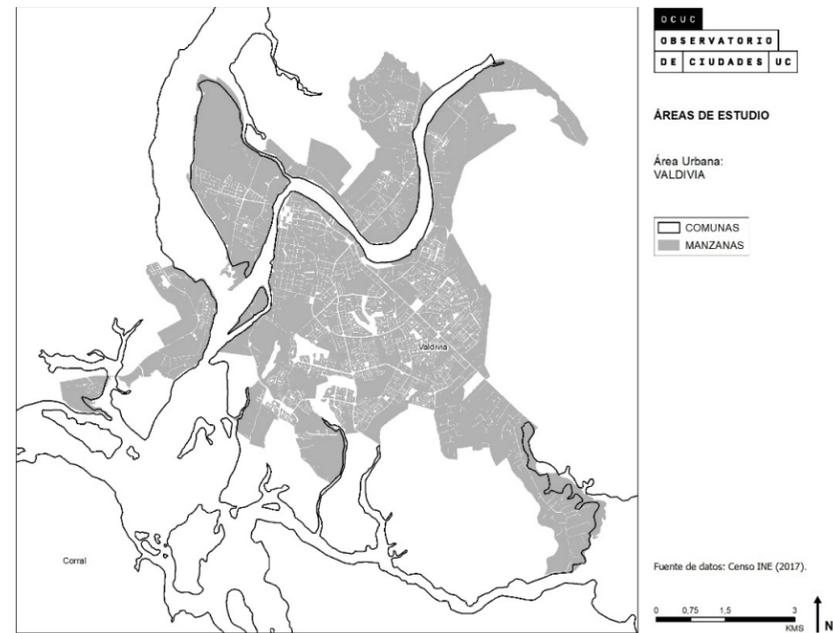
Fuente: elaboración propia.

Figura 19: Área de estudio, Ciudad de Temuco- Padre Las Casas.



Fuente: elaboración propia.

Figura 20: Área de estudio, Ciudad de Valdivia.



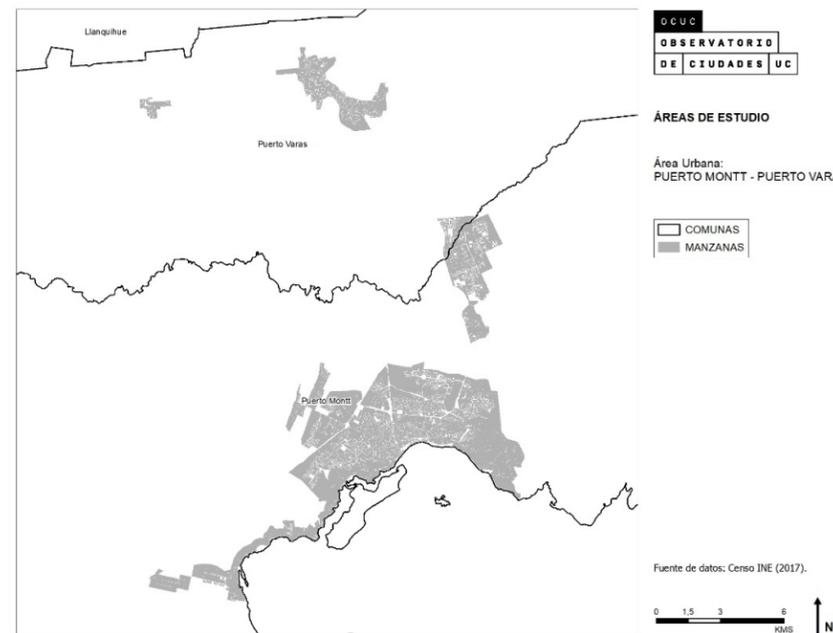
Fuente: elaboración propia.

Figura 22: Área de estudio, Ciudad de Osorno.



Fuente: elaboración propia.

Figura 21: Área de estudio, Ciudad de Puerto Montt- Puerto Varas.



Fuente: elaboración propia.

Figura 23: Área de estudio, Ciudad de Coyhaique.



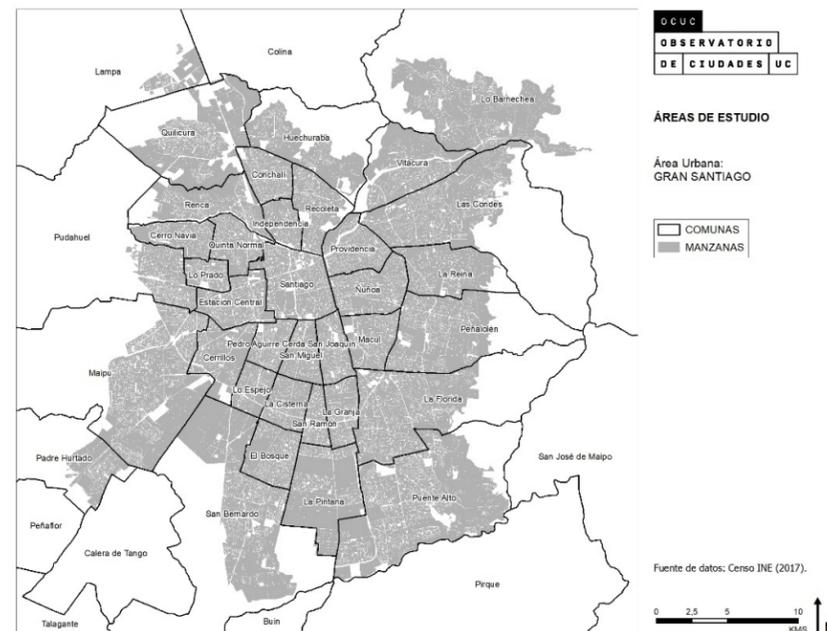
Fuente: elaboración propia.

Figura 24: Área de estudio, Ciudad de Punta Arenas.



Fuente: elaboración propia.

Figura 25: Área de estudio, Ciudad de Gran Santiago.



Fuente: elaboración propia.

6.2 METADATA DE INDICADORES

Anexo 1: METADATA Luminaria pública por hectárea, corregida con numero de postes SEC.

METADATA Luminaria pública por hectárea, corregida con numero de postes SEC			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
HA	Hectáreas	nº hectáreas	Hectáreas
POSTES	Número de postes en el área urbana de la comuna	nº postes	Número de postes en el área urbana de la comuna
MAN	Número de manzanas por comuna	nº manzanas	Número de manzanas por comuna
P1	luminarias por comuna	nº luminarias	luminarias por comuna
LUM_MAN	luminarias por comuna/número de manzanas por comuna	nº luminarias por manzana	luminarias por comuna/número de manzanas por comuna
P_POSTE	proporcion de postes	proporción de poste (0-1)	Quintil de cantidad de postes a nivel metropolitano. Expresado entre 0 y 1
P1_HA	luminarias/manzana por comuna dividido por hectáreas	lum/ha	Indicador final de la cantidad de luminarias por manzana dividido por la superficie.

Anexo 2: METADATA Distancia a Grandes Infraestructuras Viales.

METADATA Distancia a Grandes Infraestructuras Viales.			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	código provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	código comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzanel_1	código manzana		código manzana censal
Near	distancia	metros	Distancia en metros de las "Grandes Infraestructuras Viales" más próxima.

Anexo 3: METADATA Distancia a Grandes Equipamientos.

METADATA Distancia a Grandes Equipamientos.			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	código provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta

nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	código comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzanet_1	código manzana		código manzana censal
Near	distancia	metros	Distancia en metros de las "Grandes Equipamientos" más próxima.

Anexo 4: METADATA Distancia a Grandes Áreas no Habitadas.

METADATA Distancia a grandes áreas no habitadas			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	código provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	código comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzanet_1	código manzana		código manzana censal
Near	distancia	metros	Distancia en metros de las "Grandes Áreas no Habitadas" más próxima.

Anexo 5: METADATA Delitos de alta connotación social.

METADATA Delitos de alta connotación social.			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
nom_region	nombre de región		Nombre de región
provincia	código provincia		Código provincia
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia
comuna	código comuna		Código comunal
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre comuna
distrito	código distrito		Código distrito
zona	zona censal		Zona censal
geocódigo	código zona censal		Código zona censal
delito_1		conteo	Conteo de delitos por zona censal

delito_2	Homicidios	conteo	conteo de homicidios por zona
delito_3	Hurtos	conteo	conteo de hurtos por zona
delito_4	Lesiones leves	conteo	conteo de lesiones leves por zona
delito_5	Lesiones menos graves, graves o gravísimas	conteo	conteo de lesiones menos graves por zona
delito_6	Otros robos con fuerza	conteo	conteo de otros robos con fuerza por zona
delito_7	Robo con violencia o intimidación	conteo	conteo de robos con violencia o intimidación por zona
delito_8	Robo de objeto de o desde vehículo	conteo	conteo de robo de objeto desde vehículo por zona
delito_9	Robo de vehículo motorizado	conteo	conteo de robo de vehículo motorizado por zona
delito_10	Robo en lugar habitado	conteo	conteo de robo en lugar habitado por zona
delito_11	Robo por sorpresa	conteo	conteo de robo por sorpresa por zona
delito_12	Violaciones	conteo	conteo de violaciones por zona

Anexo 6: METADATA Percepción del delito.

METADATA Percepción del delito			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
HA	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas
ENC_REGION	Código region		Código region
ENC_RPC	Código comuna		Código comuna
GLOBAL1	% inseguridad comunal global	%	% inseguridad comunal global
INSEG	factor de número de personas inseguras en encuesta ENUSC		factor de número de personas inseguras en encuesta ENUSC
SEG	factor de número de personas seguras en encuesta ENUSC		factor de número de personas seguras en encuesta ENUSC
FA_TOT	factor de número de personas encuestadas en encuesta ENUSC		factor de número de personas encuestadas en encuesta ENUSC

POR_INSEG	% de personas inseguras por comuna	%	% de personas inseguras por comuna
PORC1	% pob insegura por manzana	por_inseg*personas	% de población insegura ENUSC por las personas que habitan la manzana
PORCC	% pob insegura por manzana y comuna	porc1*global	PORC1 por % de población insegura comunal (global1)
INS_HA	cantidad de pob insegura por hectarea	porcc/ha	PORCC partido por las hectareas de la manzana.

Anexo 7: METADATA Capacidad de carga de Bomberos (Número de bomberos que atienden una determinada manzana censal por cada 1.000 habitantes).

METADATA Capacidad de carga de Bomberos (Número de bomberos que atienden una determinada manzana censal por cada 1.000 habitantes)			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
region	región		Código región donde se ubica final de ruta
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzent_i	Código manzana censal		Código manzana censal
total_pers	total personas	nº personas	Total de personas en manzana
total_vivi	total viviendas	nº viviendas	Total de viviendas en manzana
personas	personas	nº personas	Total de personas en manzana que hace diferenciación en manzanas indeterminadas con secreto estadístico
inicio	inicio		Identificador inicio de ruta
final	final		Identificar final de ruta
id_r	Identificador de ruta		Identificador de ruta
cia	Identificador estación de bomberos		Identificador estación de bomberos
tot_pob	total población	nº personas	Total población área de estudio
vols	número de voluntarios	nº voluntarios	Nº de bomberos voluntarios por comuna

pob_com	población comuna	nº personas	Total de población por comuna
prop	proporción	carabineros/población comuna	División de carabineros y población de la comuna como proporción asignada a cada manzana.
time_s	time seconds	segundos	Coste total de la ruta en segundos
time_m	time minutes	minutos	Coste total de la ruta en minutos
carga	carga	nº carabineros/manzana	Relación entre la proporción y la población por manzana, ponderado por el coste de tiempo
tasa_f	tasa final	nºcarabineros /1.000 habitantes	Resultado final. Es la carga calculada por cada 1.000 habitantes.

Anexo 8: METADATA Capacidad de carga de Carabineros (Número de carabineros que atienden una determinada manzana censal por cada 1.000 habitantes).

METADATA Capacidad de carga de Carabineros (Número de carabineros que atienden una determinada manzana censal por cada 1.000 habitantes).			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
región	región		Código región donde se ubica final de ruta
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzent_i	Código manzana censal		Código manzana censal
total_pers	total personas	nº personas	Total de personas en manzana
total_vivi	total viviendas	nº viviendas	Total de viviendas en manzana
personas	personas	nº personas	Total de personas en manzana que hace diferenciación en manzanas indeterminadas con secreto estadístico
inicio	inicio		Identificador inicio de ruta
final	final		Identificar final de ruta
id_r	Identificador de ruta		Identificador de ruta
travelttime	travelttime	segundos	Coste total de la ruta en segundos
comisaria	comisaría		Identificador estación de carabineros
tot_pob	total población	nº personas	Total población área de estudio

pob_com	población comuna	nº personas	Total de población por comuna
n_carab	número de carabineros	Nº carabineros	Nº de carabineros por comuna
pob_com	población comuna	nº personas	Total de población por comuna
prop	proporción	carabineros/ población comuna	División de carabineros y población de la comuna como proporción asignada a cada manzana.
time_m	time minutes	minutos	Coste total de la ruta en minutos
carga	carga	nº carabineros/ manzana	Relación entre la proporción y la población por manzana, ponderado por el coste de tiempo
tasa_f	tasa final	nº carabineros/1.000 habitantes	Resultado final. Es la carga calculada por cada 1.000 habitantes.

Anexo 9: METADATA Accesibilidad a Centros de Comercio.

METADATA Accesibilidad a Centros de Comercio			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
DISTC	Distancia Centros Comerciales	Metros	Metros a centralidades comerciales

Anexo 10: METADATA Accesibilidad a Centros de Trabajo.

METADATA Accesibilidad a Centros de Trabajo			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
DISTC	Distancia Centros de Trabajo	Metros	Metros a centralidades de trabajo

Anexo 11: METADATA Permeabilidad Urbana.

METADATA Permeabilidad Urbana			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta

comuna	comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzanel_1	código manzana censal		código manzana censal
MEAN	MEAN	Nº de cruces	Promedio de cruces por manzana censal

Anexo 12: METADATA Saturación vial.

METADATA Saturación vial.			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
NEAR_DIST	Near distancia	metros	Distancia a vía más cercana
avenida	avenida		Dummy enfrenta avenida
carretera	carretera		Dummy enfrenta carretera
CLASE_URBA			Tipo de vía más próxima
st_wdt		metros	Ancho de calle promedio
ciudad	ciudad		Ciudad del estudio
vehc_mzn	Vehículo manzana	nº vehículos (unidades)	Tasa de vehículos por manzana
tipo_vía	Tipo vía		Tipo de vía enfrentada (corregida por dummy)
pond_vía	Ponderación vía		Ponderación tipo de vía
sat_vial	Saturación vial	tasa	Índice de Saturación Vial

Anexo 13: METADATA Distancia a ciclovías.

METADATA Distancia a ciclovías			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
HA	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas

NEAR_FID			código indentificador de ciclovías
NEAR_DIST		Metros.	distancia de ciclovía a manzana en metros

Anexo 14: METADATA Cercanía a transporte público.

METADATA			
Nombre	Nombre completo	Unidad	Descripción
region	región		Código región donde se ubica final de ruta
nom_region	nombre de región		Nombre de región donde se ubica el final de ruta
provincia	provincia		Código provincia donde se ubica final de ruta
nom_provin	nombre de provincia		Nombre de provincia donde se ubica el final de ruta
comuna	comuna		Código comuna donde se ubica final de ruta
nom_comuna	nombre de comuna		Nombre de comuna donde se ubica el final de ruta
manzent_i	Código manzana censal		Código manzana censal
total_pers	total personas	nº personas	Total de personas en manzana
total_vivi	total viviendas	nº viviendas	Total de viviendas en manzana
personas	personas	nº personas	Total de personas en manzana que hace diferenciación en manzanas indeterminadas con secreto estadístico
tte_p	transporte paraderos	nº paraderos	nº de infraestructuras de transporte público (paraderos bus urbano) a los que la manzana es accesible
tte_ter	transporte terminales	nº terminales	nº de infraestructuras de transporte público (terminal bus, estaciones de metro y tren) a los que la manzana es accesible
tot_tte	total transporte	nº infraestructuras	resultado final: nº total de infraestructuras de transporte público en conjunto a los que la manzana es accesible

Reservada de los Derechos: La Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, prohíbe el uso, comercialización y/o distribución, total o parcial, no autorizados de esta obra sin la autorización expresa de los titulares de los derechos de autor por el solo hecho de su creación, bajo las sanciones establecidas en las leyes. El copiado o duplicado por medios informáticos, fotocopiado o reproducción, para fines distintos a los académicos, por cualquier medio o procedimiento de la presente publicación y para fines comerciales de cualquier clase, que no fueren previamente autorizados por los titulares de los derechos de autor quedan expresamente prohibidos. Todos los usos infractores pueden constituir delito según la Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual.