



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía - Programa de Magister

**Diseño de un Protocolo Estandarizado para Construir
Bases de Datos Geográficas de Transporte
(Design of a Standardized Protocol for Build Geographic
Databases of Transport)**

CRISTIÁN ANDRÉ BORJAS SEPÚLVEDA
CONCEPCIÓN-CHILE
2014

Profesor Guía: Carolina Rojas Quezada
Profesor Co-Guía: Juan Carrasco Montagna

Dpto. de Geografía, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Universidad de Concepción

RESUMEN

Desde hace un tiempo se reconoce la importancia estratégica de la información geográfica en el desarrollo de un país. La tendencia internacional apunta hacia la implementación de las llamadas infraestructuras de datos geoespaciales (IDE). Para ello, es primordial la interpretación inequívoca de la información, con este fin, organismos internacionales diseñaron normas para la estandarización de la información geográfica, en distintos ámbitos, sin embargo, hay muchas áreas en el diseño de modelos que no fueron cubiertas, ya que dependen de la temática que se esté tratando. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo central diseñar un protocolo que permita a los generadores de información del sistema de transporte, construir bases de datos geográficas (BDG) que sean útiles para múltiples usuarios, interoperables y con la capacidad de integrarse con otras. Para esto se realizó un diagnóstico de la situación actual de las BDG, reconociendo sus debilidades y fortalezas, con ello, se construyó un modelo del sistema, basándose en la normativa ISO 19100 y además en distintos criterios para seleccionar la información que debía contener el modelo. Los principales resultados de este trabajo fueron; construir un modelo conceptual y diseñar un protocolo para generar BDG de la información del sistema de transporte.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1: Introducción	8
1.1 Relevancia y Motivación	8
1.2 Planteamiento del Problema	9
1.3 Objetivos	9
1.3.1 Objetivo General	9
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Metodología	10
1.5 Estructura y Organización	11
 CAPITULO 2: Marco de Referencia	 13
2.1 Glosario de Definiciones Relevantes	13
2.2 Contexto de la Información Geográfica o Geoespacial	19
2.2.1 Contexto Internacional	19
2.2.2 Contexto Nacional	21
2.3 La Información Geográfica	23
2.4 Las Bases de Datos Geográficas	25
2.5 Modelado de las BDG	26
2.6 Marco Normativo que rodea a las BDG	30
2.7 Criterios Generales para la Construcción de una BDG	34
2.7.1 Criterios de Inclusión de Variables o Atributos	35
2.7.2 Criterios de Congruencia Territorial	35
2.7.3 Criterios de Congruencia Interpretativa	36
2.7.4 Criterios de Congruencia Formal	37
2.7.5 Criterios para Selección de Datum y Proyección	38
2.7.6 Criterios para Definir Escala de Representación	38
 CAPITULO 3: Análisis	 40
3.1 Análisis y Diagnóstico de Bases de Datos Geográficas de Transporte	40

3.1.1 Inclusión de Variables, Congruencia Territorial e Interpretativa	42
3.1.2 Congruencia Formal	46
3.1.3 Selección de Datum y Proyección Planimétrica	48
3.1.4 Escala de Representación	49
3.1.5 Discusión del Diagnóstico	50
3.2 Construcción del Modelo de Datos Geográficos del Sistema de Transporte	52
3.2.1 Fase 0: Identificación del Alcance y Contexto	53
3.2.2 Fase 1ª y 1b: Identificación de Clases Básicas y Consistencia de Reglas para el Esquema de Aplicación	54
3.2.3 Fase 2: Especificar Relaciones, Atributos y Operaciones	58
3.2.4 Fase 3: Completar Restricciones	59
3.2.5 Fase 4: Armonización de Definiciones de Modelos	75
3.2.6 Esquema Conceptual del Sistema de Transporte	76
3.2.7 Discusión sobre el Modelo	90
3.3 Diseño de un Protocolo para la Generación de Información del Sistema de Transporte	91
3.3.1 Definición del Sistema de Referencia	92
3.3.2 Definición de la Cartografía Base	92
3.3.3 Aplicación de Reglas de Congruencia Formal	93
3.3.4 Representación del Sistema de Transporte mediante BDGT	94
3.3.5 Construcción de los Metadatos de una BDGT	107
3.4 Aplicación del Protocolo	108
CAPITULO 4: Conclusiones	117
4.1 Contribuciones	117
4.2 Proyecciones	118
4.3 Limitaciones	119

CAPITULO 5: Anexos	120
5.1 Categorías de Variables	120
5.2 Indicadores Urbanos, junto a las Clases y Atributos relacionados	123
5.3 Esquema de Integración y Esquema de Aplicación del Sistema de Transporte	125
 BIBLIOGRAFÍA	 128

INDICE DE FIGURAS

2.1 Elementos que Componen una IDE	16
2.2 Cronología de Implementación de Infraestructuras de Datos Geoespaciales Nacionales, desde 1995 a 2008	21
2.3 Relaciones entre Clases	27
2.4 Cantidad de Relaciones que tiene un Objeto de una Clase	27
2.5 Ejemplo de Asociación entre Clases	28
2.6 Desde la Realidad al Modelo Conceptual	29
2.7 Ciclo de Vida de un Producto Geográfico	31
3.1 Información Difusa de Variables en BDGT: Arco_Vial	43
3.2 Variables con Problemas de Dominio en BDGT: Puentes_Biobio	45
3.3 Problemas de Formato en Variables de BDGT: Arco_Vial	46
3.4 Problemas de Formato en Variables de BDGT: Vialidad_Primary	47
3.5 Inconsistencia Geográfica de 3 BDGT representando la Vialidad en el Gran Concepción	50
3.6 Esquema de Elementos Componentes de un Indicador	55
3.7 Esquema de Aplicación Información del Sistema de Transporte	81
3.8 Esquema de Aplicación Demanda de Transporte	82
3.9 Esquema de Aplicación Oferta de Transporte	83
3.10 Esquema de Aplicación Redes Viales	84
3.11 Esquemas de Aplicación Terminales Interurbanos, Zonas de Estacionamientos y Proyectos de Inversión	85
3.12 Esquema de Aplicación Transporte Público	86
3.13 Esquemas de Aplicación Mediciones de Tránsito y Señales Verticales	87
3.14 Esquemas de Aplicación Red Vial Automóvil y Red Vial PRC	88
3.15 Esquemas de Aplicación Red Vial Peatón, Línea Férrea, Ciclorutas y Estacionamiento para Bicicletas	89
3.16 Ortofotografía de Concepción y Coberturas Digitalizadas	110
3.17 Coberturas de Vialidad y Soleras sobre Ortofotografía	111

3.18 Digitalización de Rutas de Transporte Público	112
3.19 Atributos para Rutas de Transporte Público	113
3.20 Atributos para Paraderos de Transporte Público	113
3.21 Gráfica de Ingreso de Metadato, BDG: Rutas de Transporte Público	115
5.1 Esquema de Integración de la Información del Sistema de Transporte	126
5.2 Esquema de Aplicación del Sistema de Transporte	127

INDICE DE CUADROS

2.1 Datos Fundamentales para los Países de América Latina y el Caribe	24
2.2 Núcleo de Metadatos para Conjuntos de Datos Geográficos	33
3.1 Bases de Datos Recolectadas hasta Diciembre del Año 2012 relacionadas con el Sistema de Transporte	41
3.2 BDGT sin Núcleo de Metadato Completo	43
3.3 BDGT con Variables con Nula Interpretación	44
3.4 BDGT con Variables con Problemas de Dominio	45
3.5 BDGT con Problemas de Congruencia Formal	48
3.6 BDGT con Errores en el Huso Utilizado	49
3.7 Clases y Atributos Mínimos en una BDGT	55
3.8 Clases Básicas, Atributos y Relaciones	59
3.9 Esquemas de Aplicación Componentes del Sistema de Transporte	76
3.10 Bases de Datos Geográficas del Sistema de Transporte	94
3.11 Catalogo de BDG del Sistema de Transporte	95
3.12 Núcleo de Metadatos para Conjuntos de Datos Geográficos	108
3.13 Metadato de la BDG: Rutas de Transporte Público	115
5.1 Categorías de Variables según Clase o BDGT	120
5.2 Clases y Atributos para Calcular Indicadores de Movilidad	123

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Relevancia y Motivación

Recientemente en Chile, se han estado desarrollando diversas iniciativas para mejorar la creación, manejo y análisis de la información territorial, siendo las más importantes, a juicio de este autor, la adquisición y adaptación de normas ISO 19100 como normas chilenas de información geoespacial¹ y el incipiente, desarrollo y construcción, de algunas infraestructuras de datos geoespaciales (IDE)², que traen consigo mejoras a nivel público institucional, mediante las distintas capacitaciones y charlas que se han realizado al respecto, además de mejoras en la gestión de la información geográfica.

Por otro lado, hace bastante tiempo en nuestro país, se cuenta con instituciones u organizaciones generadoras de información relativa al sistema de transporte, útil y relevante al momento de realizar análisis urbano, sin embargo como ocurre con toda información que no sigue estándares, esta no se ha utilizado eficientemente. Dentro de los problemas más comunes detectados, se observa que no existe una metodología que indique que información es relevante de levantar en terreno, es por ello que la información recolectada sólo cumple fines acotados a los análisis del estudio o el proyecto que generó dicho levantamiento, lo que produce que los objetos geográficos no sean caracterizados de forma de beneficiar el análisis urbano. Además, muchas veces no se tiene una interpretación única de la información generada, dado que es traspasada de forma incompleta, generando la necesidad de gastar muchos recursos en hacerla operativa. En consecuencia, todo lo indicado, ha provocado un bajo nivel de interoperabilidad de dicha información, haciendo ineficiente su utilización, generando demoras, sesgos e inseguridades en la toma de decisiones.

¹ El año 2012 el consejo del Instituto Nacional de Normalización aprueba como normas chilenas de información geoespacial las Normas ISO 19100.

² Existen diversas infraestructuras de datos geoespaciales (IDE) en línea, en Chile, es posible acceder a ellas desde la página web de la Secretaría Ejecutiva de la IDE de Chile, Ministerio de Bienes Nacionales, www.ide.cl.

Es en lo anterior, donde surge el interés de abordar la temática mencionada en este proyecto de grado, que se sustenta en ser un complemento a los esfuerzos mencionados, específicamente apoyando en el proceso de creación de base de datos geográficas, con ello se busca ser un aporte concreto al mejoramiento de la gestión y manejo de la información de transporte a nivel nacional, proporcionando de una herramienta metodológica a los usuarios y generadores de este tipo de información, lo que en consecuencia causará un efecto positivo en los análisis de los sistemas urbanos, haciéndolos más confiables, robustos y holísticos.

1.2 Planteamiento del Problema

Bajo el contexto descrito anteriormente, surge el siguiente cuestionamiento ¿De qué manera hacer más eficiente el intercambio de información geográfica de transporte, con el fin de optimizar su interoperabilidad y dar muchas más posibilidades a los analistas urbanos y gestores territoriales, al incorporar en forma más amplia la temática del transporte en sus análisis?

Dar respuesta a esta problemática, expuesta en la pregunta anterior, la cual surge a partir de la relevancia y motivaciones del estudio, constituye la razón fundamental que guía el desarrollo de este trabajo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una metodología que permita estandarizar la generación de bases de datos geográficas del sistema de transporte.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar y diagnosticar el estado de las bases de datos geográficas del sistema de transporte.
- Determinar cuáles son las clases y atributos básicos relevantes que deben estar presentes en el modelo del sistema de transporte.
- Construir un esquema conceptual espacial del sistema de transporte mediante normativa ISO 19100.
- Diseñar un protocolo o una metodología que indique los pasos a seguir para crear las distintas bases de datos geográficas de transporte.

1.4 Metodología

A continuación se describe la metodología empleada para alcanzar los distintos objetivos de este proyecto, esta propone una serie de pasos, en base a la expertis del autor y a la revisión bibliográfica realizada:

- Desarrollo de objetivos específicos 1 y 2 (parte):

Realizar la revisión y análisis de la información geográfica de transporte presente en distintas instituciones públicas, con el fin de detectar qué tipo de información se está generando hoy en día. Luego de dicho análisis, se conocerá qué fenómenos o features están siendo caracterizados por los distintos generadores de información y cómo éstos formarán parte del modelo espacial del sistema de transporte que se desea construir. Por otra parte, también en esta etapa será de vital importancia realizar un diagnóstico de las bases de datos recopiladas, de modo de identificar cuáles son sus principales

debilidades, en el contexto de proponer mejoras y luego explicitar mecanismos, en el protocolo, que permitan mejorar o eliminar estos problemas.

Además será necesario definir una metodología que permita determinar cuál es la información de transporte más relevante que debería estar presente en un modelo del sistema y finalmente dentro de la estandarización realizada en el protocolo.

➤ Desarrollo de objetivos específicos 2 (parte), 3 y 4:

Por otro lado, también es necesario realizar un análisis de la normativa que exige el sistema nacional de coordinación de información territorial (SNIT), Norma Chilena ISO 19100, vigente en cuanto al tratamiento de datos geoespaciales, dado que de esta normativa se obtendrá el lenguaje para poder describir la información geográfica y que ésta pueda ser traspasada sin problemas de interpretación, es aquí donde se abordará el concepto de interoperabilidad.

Paralelamente a las etapas anteriores, una tarea continua es encontrar la visión general del sistema de transporte, desde un punto de vista más técnico, el cómo se estructura lógicamente este sistema, identificando cuales son los fenómenos más importantes que se dan dentro de él, junto con los atributos que los definen, sus formas geométricas y sus relaciones internas. Este análisis permitirá construir el esquema conceptual o esquema de aplicación del sistema de transporte, estandarizado mediante normativa ISO 19100.

Luego de superar todos los pasos descritos, es posible diseñar un protocolo para construir cada fenómeno componente del esquema conceptual del sistema de transporte, incorporando a él, la base normativa que permite reducir los problemas de interoperabilidad de la información.

1.5 Estructura y Organización

El contenido de este informe comprende 4 capítulos además del presente, donde el primero, **Capítulo 2, Marco de Referencia**, inicia con una definición de conceptos asociados a la información geográfica y cuenta con todo el análisis bibliográfico que define el marco teórico de este proyecto, luego de ello, se da paso al **Capítulo 3, Análisis**, en él se realizan 3 tareas fundamentales, el diagnóstico de las bases de datos geográfica (BDG) actuales, la construcción del modelo del sistema de transporte y finalmente el protocolo para cada una de las BDG relevantes, es decir, contiene el desarrollo de los productos más importantes de este trabajo. Finalmente, se desarrollan los **Capítulos 4 y 5**, en el cuarto, **Conclusiones**, se analizan los aportes, limitaciones y proyecciones obtenidos a raíz de los resultados de este proyecto, en el quinto, **Anexos**, se detalla la información secundaria, no necesaria en la estructura central del informe, en este caso, cuadros de códigos y el esquema conceptual del sistema de transporte.

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIA

2.1 Glosario de Definiciones Relevantes

A continuación se define un glosario con distintos conceptos que permiten la interpretación correcta del contenido de este trabajo.

➤ **Base de Datos Geográficos**

Radilla (2008) define este concepto como:

Las bases de datos geográficas (BDG) consisten de un conjunto de datos que se agrupan en capas, de manera que cada capa representa un tipo de información geográfica. Los sistemas de información geográficos obtienen y procesan esta información para combinar las capas en una sola imagen, mostrando que ellas están relacionadas entre sí. Una BDG puede incluir un gran número de capas, también se pueden generar imágenes en dos o tres dimensiones, representando elementos naturales (v.g. colinas o ríos) junto a elementos artificiales (v.g. carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos). (p.26)

Junto a lo anterior, respecto a los tipos de datos geográficos, Ceballos (2006, citado en Radilla, 2008) señala que:

Ellos se clasifican, de acuerdo con su naturaleza, en tres tipos: vectorial, raster y alfanuméricos. El tipo vectorial contiene los datos provenientes de las cartas que en las diferentes escalas y temas que se hayan producido; el tipo raster contiene la información de tipo imagen (v.g. imágenes tomadas por satélites y modelos digitales de elevación). El tipo alfanumérico comprende los datos tabulares y textuales (v.g. reportes de campo). (p.26)

➤ **Clase**

El INN³ (2011a), en su norma NCh 19103 (2011), define este concepto como: “Clase es la descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, métodos, relaciones y semántica” (p.6)

.

³ Instituto Nacional de Normalización.

➤ **Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Geospaciales de las Américas**

Este comité ahora llamado UN-GGIM: Américas (Comité regional de las naciones unidas sobre la gestión global de información geoespacial para las Américas), tiene el objetivo de potenciar en distintos ámbitos; económico, social y ambiental, mediante el uso eficiente de la información geoespacial, a partir del intercambio de experiencias, recursos humanos y tecnologías de la información entre diferentes naciones, basados en un modelo común de desarrollo, que permita el establecimiento de una Infraestructura de Datos Geospaciales para la región (UN-GGIM: Américas, 2013).

➤ **Datum**

El SNIT (2012) define este concepto como:

Un datum especifica la relación de un sistema de referencia de coordenadas con un objeto para así crear un nuevo sistema de referencia de coordenadas. El Datum implícitamente (ocasionalmente de forma explícita) contiene los valores escogidos por el conjunto de parámetros que representa los grados de libertad del sistema de coordenadas. Por lo tanto, un datum implica una elección sobre el origen y orientación aproximada del sistema de coordenadas. (p.62)

➤ **Entidades Geográficas**

Valdés (2010) define este concepto como:

Una entidad, en el lenguaje de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), corresponde a la representación gráfica de un elemento existente en la realidad, que no es susceptible de ser subdividido en fenómenos de menor rango de la misma clase. Esta representación puede hacerse por medio de puntos, líneas o polígonos (en el caso de los modelos vectoriales) o por píxeles, que son los elementos discretos más pequeños que componen una imagen (en el caso de los modelos raster). Un ejemplo de entidad podría ser el Parque Nacional Lauca, cuyos límites serían representados como un polígono. (p.8)

➤ **Feature**

La ISO (2001) define este concepto, en su norma ISO/TC 211-19101, como: “Feature es la abstracción de un fenómeno del mundo real” (p.13).

➤ **Global Spatial Data Infrastructure Association, GSDI (Comisión de Infraestructura Global de Datos Geoespaciales)**

La GSDI (2001) se define a sí misma como:

Las normas, acciones de organizaciones, datos, tecnologías, estándares, mecanismos de distribución y recursos financieros y humanos necesarios para asegurar que no se impida a todos aquéllos que estén trabajando a escala global y regional que cumplan sus objetivos. Se pretende que el GSDI sea una entidad de colaboración, no competitiva que, a partir de actividades comunes unificadas, construya en el campo de los intercambios y armonización de la información geográfica. Se prevé que dé sostén al acceso transnacional o global de esa información y muchos la consideran vital para la respuesta al desafío del desarrollo global sostenible. Es un apoyo efectivo a las Infraestructuras de datos Espaciales nacionales y regionales. (p.104)

➤ **Interoperabilidad**

La ISO (2001) define este concepto, en su norma ISO/TC 211-19101, como:

Interoperabilidad es la habilidad de un sistema o una componente de él, para proporcionar información compartiendo procesos de control cooperativos e interaplicables. La estandarización de la información geográfica puede ser servida de la mejor forma, a través de un conjunto de normas que integran una descripción detallada entre los conceptos de información geográfica y los de tecnologías de la información. La interoperabilidad se refiere a la habilidad de:

- ✓ Encontrar la información y las herramientas de procesamiento necesarias, independientemente de su ubicación física.
- ✓ Entender y emplear la información y herramientas descubiertas, no importando la plataforma que les apoya, sea local o remota.

NOTA: El intercambio de datos es un caso especial de este nivel de interoperabilidad.

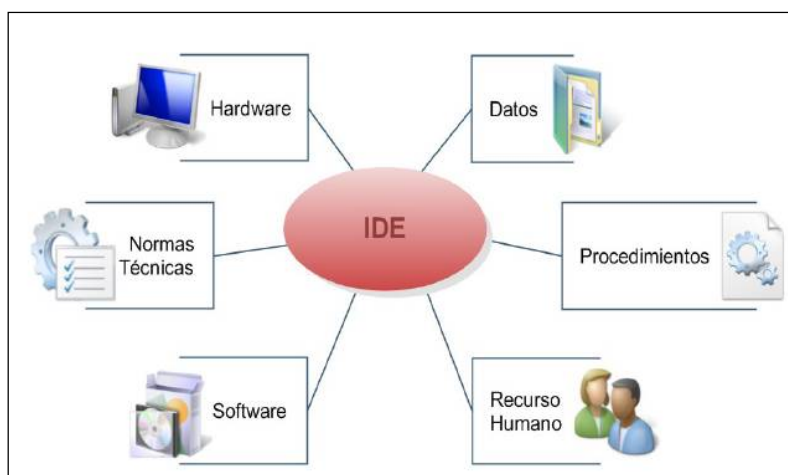
- ✓ Desarrollar un ambiente de procesamiento para uso comercial sin estar obligados a las ofertas de un vendedor en particular.
- ✓ Construir sobre la información y las infraestructuras de procesamiento de otros, a fin de servir nichos de mercados, sin miedo a ser detenidos cuando la infraestructura de apoyo madure y evolucione.
- ✓ Participar en un mercado saludable donde los bienes y servicios son respuesta a las necesidades de los consumidores y donde los canales mercantiles estén abiertos a la expansión del mercado, lo suficiente para sostenerlo. (p.21)

➤ **Infraestructura de Datos Geospaciales**

El SNIT (2012) define este concepto como: “Una infraestructura de datos geospaciales (IDE) es el conjunto de tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica” (p.16).

La Figura 2.1, muestra este concepto.

Figura 2.1: Elementos que componen una IDE



Fuente: SNIT (2012, p.16).

➤ **Metadato**

Zabala, Masó y Pons (2003) define este concepto como:

Los metadatos se pueden definir como los datos sobre los datos, es decir, son aquellas informaciones que definen las características de los datos, en nuestro caso geográficos, a los que acompañan. Aglutinan todo tipo de informaciones sobre los datos geográficos y por este motivo suelen estar ordenados en secciones que agrupan diferentes metadatos relacionados (por ejemplo todos los metadatos relativos a su calidad). (p.1)

➤ **Objeto Espacial o Instancia**

La ISO (2003), en su norma ISO/TC 211-19107, define este concepto como: “Objeto espacial es una representación de una característica espacial de un Feature” (p.11).

Rigaux, Scholl y Voisard (2002) indican que un objeto cuenta con dos componentes:

- ✓ Una descriptiva. El objeto es descrito por un conjunto de atributos descriptivos. Por ejemplo, el nombre y la población de una ciudad constituyen su descripción. Estos se denominan también como atributos alfanuméricos.
- ✓ Una espacial, que puede conformar tanto la geometría (ubicación en el espacio geográfico, forma, y todo lo relacionado) como también la topología (relaciones espaciales existentes entre los objetos, como adyacencia). Por ejemplo, una ciudad puede tener como un valor geométrico un polígono en el espacio 2D. (p.xxv)

➤ **Open Geospatial Consortium, OGC**

El SNIT (2012) afirma que:

El Open Geospatial Consortium (OGC), fue creado en 1994 y, actualmente, forman parte de él un total de 454 socios. Surge, a raíz del desarrollo del software SIG de fuente libre GRASS y la subsiguiente Fundación OGF (Open GIS Foundation) creada en 1992. Anteriormente, fue conocido como Open GIS Consortium. Este consorcio forma parte del comité técnico ISO/TC 211. Mediante los programas consensuados por sus miembros, la OGC trabaja con gobiernos, industria privada y universidades, para crear las interfaces de programación de usos abiertos y extensibles del software para los sistemas de información geográficos y otras

tecnologías relacionadas. Su principal objetivo es el desarrollo de especificaciones de interfaces que ayuden a solucionar los problemas de interoperabilidad. (p.23)

➤ **Sistema de Información Geográfico**

Rigaux, Scholl, Voisard (2002) define este concepto como:

Un sistema de información geográfico (SIG) es más que un instrumento de cartografía para producir mapas. Almacena datos geográficos, recupera y combina estos datos para crear nuevas representaciones del espacio geográfico, ofrece herramientas para el análisis espacial, y lleva a cabo simulaciones para ayudar a los usuarios expertos a organizar su trabajo en muchas áreas, incluida la administración pública, las redes de transporte, aplicaciones militares y otros. Debido a cada vez mayor volumen de datos geográficos, una de las principales tareas de los SIG es la gestión eficiente de enormes bases de datos de información compleja (BDG). En una arquitectura de software clásico, esta tarea se dedica por lo general a un sistema de gestión de base de datos (SGBD). (p.xxiv)

➤ **Sistema Gestor de Bases de Datos**

Marqués (2011) define este concepto como: “El sistema de gestión de la base de datos (SGBD) es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener la base de datos, además de proporcionar un acceso controlado a la misma (p.3).

➤ **Topología de Modelo de Datos**

González (s/f, citado en Valdés, 2010) define este concepto como:

La topología se refiere a las relaciones particulares entre las entidades de una misma clase y es importante para los procesos de análisis y consulta en la BDG. Estas relaciones pueden ser:

- ✓ **De Coincidencia:** cuando la situación de dos entidades cartográficas es la misma, en todo o en parte;
- ✓ **De Inclusión:** cuando una entidad cartográfica queda completamente dentro de otra, sin ser componente de aquella;

- ✓ **De Conectividad:** cuando entre dos o más entidades cartográficas existe una conexión directa;
- ✓ **De superposición sin conexión:** se produce cuando se considera la tercera dimensión espacial de las entidades geográficas, la altura, por lo que los objetos coinciden en el mapa, pero en la realidad no existe conexión por estar a distinto nivel;
- ✓ **De Influencia:** establecimiento de prioridades en el momento de la presentación de la información relativa a las entidades; y
- ✓ **De Proximidad:** cálculo analítico de las distancias entre las entidades en un plano.
(p.11)

2.2 Contexto de la Información Geográfica o Geoespacial

2.2.1 Contexto Internacional

A nivel internacional, se ha generado un alto interés por la gestión de la información geográfica, en general enfocado en el paradigma de desarrollo sostenible, esto ha llevado a muchos países y organizaciones a adoptar técnicas, políticas y mecanismos de organización para el intercambio de datos geoespaciales a través de internet. Estos mecanismos se conocen como las infraestructuras de datos geoespaciales (IDEs) (véase glosario en apartado 2.1) (Hyman, Perea, Rey & Lance, 2002).

La información geográfica tiene múltiples usos, existen muchas experiencias al respecto (Ordnance Survey, 2013);

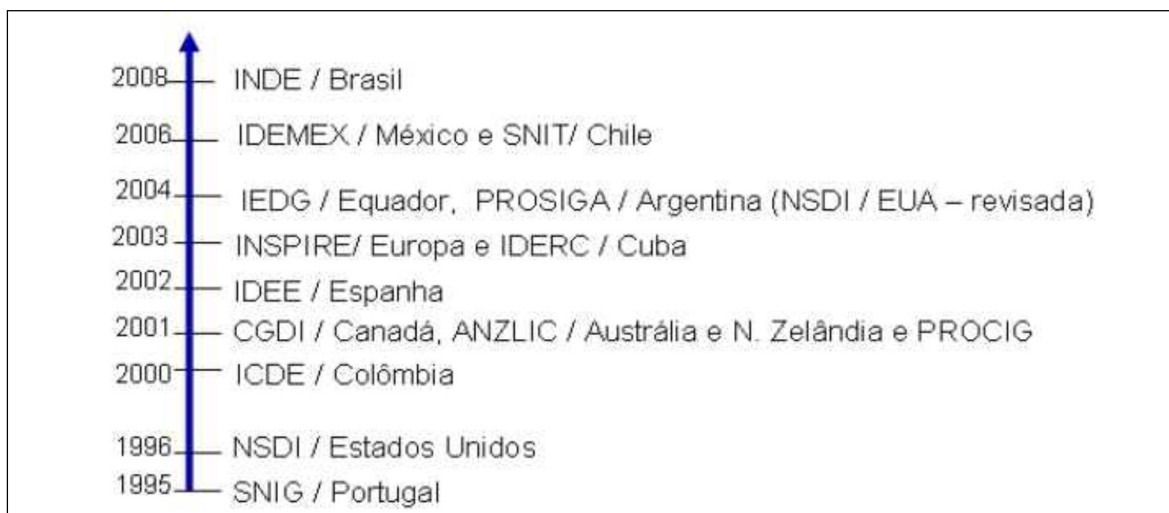
Desde su uso en Egipto, para estimular el crecimiento de su economía y hacer más eficiente su sistema de recaudación fiscal, hasta sus usos en España como pilar del manejo de la asistencia económica de su sector agrícola, desde los usos en Brasil para reducir los índices de delincuencia, hasta el uso en la República de Corea para la actualización de sus mapas catastrales y mejorar el manejo de la tenencia de la tierra, es así como la información geoespacial se utiliza cada vez más como parte fundamental de la infraestructura de un país (p.7).

Sin embargo dicha información es muy costosa, es por esta razón, que muchos programas y proyectos nacionales e internacionales están intentando mejorar el acceso a los datos geoespaciales disponibles, promoviendo su reutilización, y asegurándose de que la inversión en la recolección y tratamiento de ella, sea utilizada en forma eficiente, de manera que se concrete en un sistema de información geográfico que crezca continuamente y que esté disponible y sea amigable para los distintos usuarios (GSDI, 2001).

Es así, que en consecuencia se originan distintos organismos, entre otros, la GSDI (Global Spatial Data Infrastructure Association) y la CP-IDEA (Comité permanente para la infraestructura de Datos Geoespaciales para las Américas), ambas tienen como objetivo principal fomentar la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDEs) a nivel global y regional respectivamente, estableciendo una cooperación permanente entre sus miembros. (Véase glosario en apartado 2.1).

A raíz de ello, Freitas (2011) señala que: “Desde los años 90, muchos países iniciaron la implementación de las llamadas Infraestructuras de Datos Geoespaciales (IDEs) promoviendo el acceso y los servicios relacionados a la normalización de datos geoespaciales y la interoperabilidad”. En la Figura 2.2 se muestran algunas infraestructuras creadas desde 1995 hasta 2008.

Figura 2.2: Cronología de Implementación de Infraestructuras de Datos Geoespaciales Nacionales, desde 1995 a 2008.



Fuente: Freitas (2005, citado en Freitas 2011)

2.2.2 Contexto Nacional

Chile no ha quedado ajeno a la tendencia mundial, ha iniciado hace ya un tiempo, una reestructuración respecto al tratamiento de la información territorial, el primer hito histórico, a juicio de este autor, fue la creación del SNIT, el año 2006, que es el Sistema Nacional de Coordinación de la Información Territorial. Este organismo tiene el objetivo de establecer una gestión eficiente de los datos geoespaciales en el país, permitiendo con ello, el acceso igualitario, oportuno y expedito a la información territorial pública, para alcanzar dicho objetivo, sus líneas de trabajo fueron, básicamente, dos: **una técnica**, tendiente a alcanzar acuerdos y medios tecnológicos para el desarrollo de la **Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE)**; y **una política**, orientada a generar una institucionalidad que permita dar continuidad a la coordinación nacional, entregando así los espacios necesarios para la discusión, acuerdos y creación de normas respecto de la información territorial. (SNIT, 2010)

Sin duda este trabajo ha traído frutos en diversas áreas como bien lo establece la revista SNIT (2010), donde enumera los principales logros obtenidos desde su

creación hasta la publicación de esta revista, y también como lo establece su sitio web⁴ respecto a las diversas actividades realizadas después del año 2010 hasta el año 2014, sin embargo, para contextualizar con el presente proyecto, se quieren destacar solo tres de ellos, el primero tiene relación con la adquisición y adaptación de normas internacionales geográficas ISO 19100, que fue un esfuerzo que inicio el año 2009 y que finalizó el año 2012 con la elaboración de un Documento Técnico de Aplicación de Normas Chilenas de Información Geográfica, este documento tiene el objetivo de introducir y describir, a groso modo, la nueva normativa de información geográfica.

El segundo a destacar son las capacitaciones realizadas a municipios y organismos públicos, orientadas a mejorar la generación, almacenamiento, transferencia y publicación de la información geoespacial, buen ejemplo de ello es el programa para la región del Biobío denominado “Fortalecimiento de la gestión de la información territorial regional del Gobierno Regional del Bío Bío” (Secretaría Ejecutiva de la IDE en Chile, 2012). Finalmente, teniendo la base normativa y el recurso humano cabe destacar la creación de múltiples infraestructuras de datos geoespaciales (IDEs), que mediante la herramienta Geonodo confiere a las instituciones públicas capacidades propias de publicar la información geográfica que posee, las posibilidades de estas IDEs son visualizar mapas digitales donde es posible sobreponer capas temáticas de diversa índole. Todos estos esfuerzos permitieron, en el año 2013, desarrollar el primer visor IDE Chile para visualizar información geográfica, donde muchas instituciones estatales ya se encuentran interoperando con él.

Junto a lo anterior y dado que tiene mucha relación con el objeto de estudio de este proyecto, también se quiere destacar una iniciativa regional iniciada el año 2011, por una institución privada, la Universidad de Concepción, financiada con fondos públicos, que busca básicamente generar una IDE del sistema de transporte, donde su objetivo principal es “mejorar la eficiencia del sistema, para

⁴ El link de acceso a la página es el siguiente: www.ide.cl/noticias-2

incrementar el bienestar social de sus habitantes, utilizando indicadores de desempeño en forma visual” (Udec, 2012, p.4).

2.3 La Información Geográfica

El objeto de estudio de este proyecto es la información geográfica (IG) del sistema de transporte, es así que se iniciará explicando brevemente el proceso de evolución que ha tenido el tratamiento de la IG junto a las tecnologías de la información.

Hace décadas, los mapas de papel eran el principal medio para sintetizar y representar la IG. La manipulación de esta información era limitada a un proceso manual y no interactivo. Desde entonces, el rápido desarrollo de las nuevas tecnologías para recopilar y digitalizar los datos geográficos, junto con una creciente demanda tanto para la manipulación interactiva y el análisis de estos datos, fue generando una necesidad de softwares dedicados a ello, es decir, los sistemas de información geográfica (SIG). (Rigaux, Scholl, Voisard, 2002, p.xxiv)

A partir de los años 90, la sociedad estaba convencida de las bondades de los SIG, sin embargo existían diversos problemas que dificultaban y ensombrecían su utilización, como por ejemplo entre otros, los costos de la información, las fuentes de información desconocidas, los modelos poco normalizados y la difícil utilización de los softwares (Rodríguez, et al., 2007). En respuesta a ello, mediante la evolución de los SIG, se llegó a estructurar el nuevo concepto de las Infraestructuras de Datos Geoespaciales (IDE) que solucionaban, en su mayoría, los problemas planteados anteriormente.

Una IDE es un SIG implementado sobre internet, es decir un SIG globalizado, las distintas funcionalidades que integraban la caja de herramientas (toolbox) de un SIG adquieren identidad propia y se constituyen en servicios electrónicos, de interfaz estándar y descripción pública, y en consecuencia susceptibles de ser encadenados y combinados. (Rodríguez, et al., 2007, p.62)

Rodríguez et al. (2007) afirma que: “La implantación y utilización de la tecnología que aportan las IDE supone un cambio de paradigma en la gestión y utilización de la IG, y deberá permitir alcanzar la “democratización” del uso de este tipo de información (...) este paradigma señala que *si compartes, siempre ganas más*” (p.66 y p.67).

Queda claro, a partir de lo leído hasta el momento, que el nuevo paradigma de la información llegó para quedarse, ahora vale la pena preguntarse qué información es prioritaria de compartir, según la encuesta realizada por la GSDI el año 2000 a países latinoamericanos y del Caribe, donde Chile participó, se les solicitó a los encuestados la lista de los datos más importantes que se necesitan para el IDE en su país (Hyman, Perea, Rey & Lance, 2002). El cuadro 2.1 muestra los resultados obtenidos en la encuesta.

Cuadro 2.1: Datos Fundamentales para los Países de América Latina y el Caribe.

Type of data reported as being fundamental to the NSDI Initiative	Number of Responses
Topographic Maps	14
Transportation Maps	12
Land Use and Land Cover	12
Political Divisions	11
Hydrography	11
Soils	10
Geology	9
Census Data	9
Catastral / Land Administration Data	8
Forestry Surveys	8

Fuente: (Hyman et al., 2002, p.5)

Como se observa en el cuadro anterior la información geográfica referida a la topografía, el transporte y los usos de suelo, son la prioridad dentro los países de la región.

Ya se ha puesto de manifiesto el nuevo paradigma que rodea a la IG y también la alta prioridad que tiene la información de transporte en la región. Es por ello, que

el siguiente punto a tratar es como la información geográfica se transforma en bases de datos geográficas (BDG) y cuál es el rol que cumplen estas BDG dentro de las IDE.

2.4 Las Bases de Datos Geográficas

Como ya ha sido señalado, una IDE es un SIG globalizado, por ende una de sus componentes principales son las bases de datos geográficas (BDG) o geoespaciales (véase glosario en apartado 2.1), que es donde finalmente la información geográfica se vierte. Según Radilla (2008): “La construcción de una BDG implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser interpretada por las computadoras actuales” (p.25). Ello se logra, como indica Gutiérrez (2006), a través de:

Tres características básicas de los objetos espaciales: atributos, localización y topología. Los atributos, representan características de los objetos que nos permiten saber qué es lo que son. La localización, representada por la geometría del objeto y su ubicación espacial de acuerdo a un sistema de referencia, permite saber dónde está el objeto y qué espacio ocupa. Por último, la topología definida por medio de las relaciones conceptuales y espaciales entre los objetos, permite mejorar la interpretación semántica del contexto y establecer ciertas jerarquías de elementos a través de sus relaciones. (p.1)

Por otro lado, los datos geográficos pueden ser clasificados en 2 tipos:

- Datos de Referencia: Son los datos georreferenciados fundamentales que sirven de base para construir o referenciar cualquier otro dato fundamental o temático. Cumplen la función de ser la información geográfica de referencia utilizada como base común que permite mezclar e integrar datos de aplicaciones de todo tipo al ser el vínculo o nexo de unión.
- Datos temáticos: son los datos propios de aplicaciones específicas que explicitan la información Geográfica con una finalidad concreta. Incluyen valores cualitativos y cuantitativos que se corresponden con atributos asociados a los datos de referencia como por ejemplo: vegetación,

geología, edafología, hidrología, clima, contaminación, etc. (SNIT, 2012, p.18)

2.5 El Modelado de las BDG

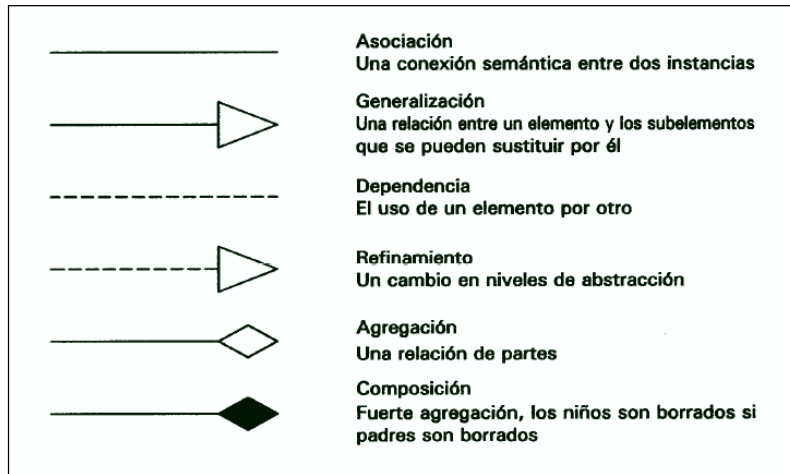
Como se mencionó, para representar o modelar la información geográfica en alguna IDE se requiere de BDG, sin embargo, no basta con generar cualquier modelo de la realidad, es vital que la interpretación de él sea la misma desde todos los puntos de vista, es decir, usuarios y aplicaciones. Lo anterior es parte de los principios de interoperabilidad de la OGC (Véase glosario en apartado 2.1), que hacen posible el intercambio de información geoespacial. Para concretar estos principios, existen bases normativas que regulan esta problemática, y estandarizan los procesos de construcción del modelo de la información geográfica.

De esta manera, para poder construir un modelo del mundo real, que tenga interpretación única, es necesario de reglas de construcción, o de un lenguaje formal de especificación, a este lenguaje dicha normativa le denomina “lenguaje de esquema conceptual (CSL), que tiene el sentido de especificar esquemas no ambiguos que puedan servir como base para el intercambio de datos y la definición de servicios interoperables” (INN, 2011a, p.1).

A continuación se describen los conceptos relevantes que permiten comprender el lenguaje usado en un esquema conceptual, estos fueron extraídos de la NCh ISO 19103 (INN, 2011a):

- Relación: Es una conexión semántica concreta entre dos elementos de un modelo. En la Figura 2.3 se observan los distintos tipos de relaciones existentes (p.75).

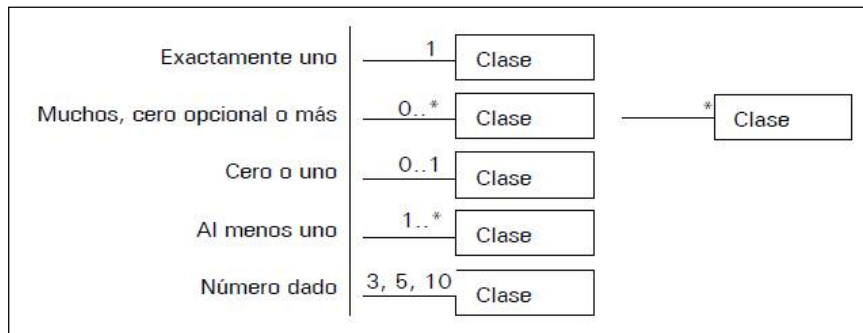
Figura 2.3: Relaciones entre Clases



Fuente: INN (2011a, p.75)

- **Multiplicidad:** Se refiere al número de relaciones de un tipo particular que puede involucrar un objeto (p.78). En la Figura 2.4 se muestran la nomenclatura utilizada para representar la relación de multiplicidad entre objetos.

Figura 2.4: Cantidad de Relaciones que tiene un Objeto de una Clase

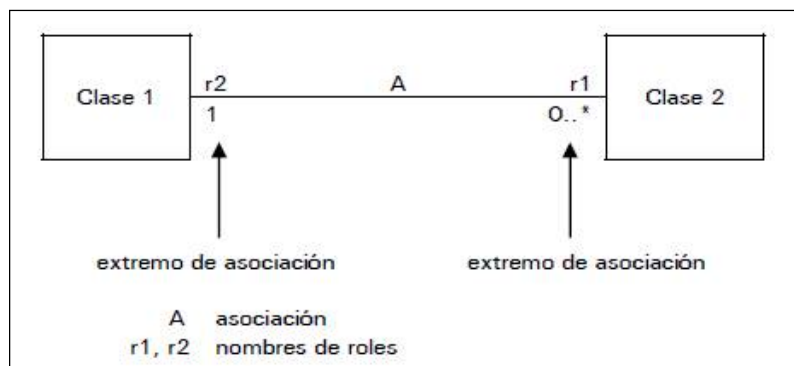


Fuente: INN (2011a, p.77)

A continuación, en la Figura 2.5, se muestra un ejemplo de un diagrama con una asociación de clases denominada “A” que permite aclarar los conceptos planteados anteriormente, donde la clase2 tiene una asociación con clase1 que se identifica mediante el rol r2, con una multiplicidad de exactamente uno. Por otro

lado, se observa que la clase1 tiene una asociación con clase2 que se identifica mediante el nombre del rol r1 con multiplicidad de cero-o-más (INN, 2011a).

Figura 2.5: Ejemplo de Asociación entre Clases



Fuente: INN (2011a, p.76)

Luego de esta aclaración, cabe recalcar que:

Un objetivo importante de las normas ISO de la información geográfica es la creación de un marco que permita el intercambio de datos y la interoperabilidad de servicios en múltiples entornos de implementación. La adopción y el uso consistente de un CSL para especificar información geográfica son de fundamental importancia para lograr esta meta". (INN, 2011a, p.1)

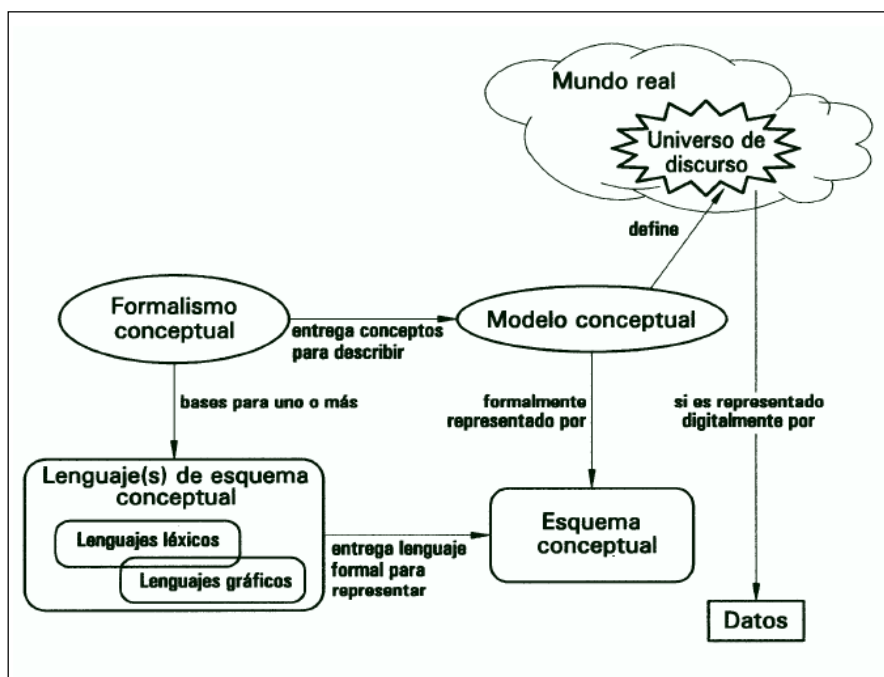
Dentro de las ventajas que posee el implementar un modelo de datos espaciales, está la posibilidad de proveer a una IDE de servicios específicos, como los que se definen a continuación:

- **WFS (Web Feature Service o Servicio de fenómenos en la Web):** Permite acceder a los datos mismos, mediante el empleo del formato GML. Así, es posible acceder al archivo que define la geometría de un objeto cartográfico, como un río, una ciudad, una parcela, etc., y disponer de esa información vectorial en el propio ordenador.
- **WPS: (Web Proccessing Service o Servicio de Procesamiento en la Web):** Norma OGC que trata sobre la implementación de servicios de geoprocésamiento remoto. Se trata de una norma "paraguas", de gran importancia, pues puede dar cobertura casi a la totalidad de los servicios

definidos en la arquitectura ISO 19119. Esto es así por la propia naturaleza del concepto de geoproceto: proceso que transforma una información espacial de entrada en una información de salida. De este modo, servicios de transformación de coordenadas, cambio del formato de almacenamiento o generalización pueden ser implementados mediante realizaciones del estándar WPS. (SNIT, 2011, p.11 y p.114)

Por otro lado, para aclarar el proceso de modelación de la información territorial, en la Figura 2.6, se muestra un esquema con este proceso.

Figura 2.6: Desde la Realidad al Modelo Conceptual



Fuente: INN (2011a, p.44)

La Figura 2.7 describe la relación entre la realidad del modelado y el esquema conceptual resultante, donde:

Universo de discurso es una parte seleccionada de la realidad (o un mundo hipotético) que una persona desea describir en un modelo. Este concepto puede incluir no sólo features como cauces, lagos, islas, límites de propiedades, dueños de propiedades y áreas de explotación, sino también sus atributos, sus operaciones y relaciones que existen entre dichos features. Un universo de

discurso se describe en un modelo conceptual. El esquema conceptual es una descripción rigurosa de un modelo conceptual para algún tipo de universo de discurso. Un lenguaje de esquema conceptual se usa para describir el esquema conceptual. Este lenguaje es formal y puede ser analizado gramaticalmente en un computador o por una persona (INN, 2011a, p.44).

2.6 Marco Normativo que rodea a las BDG

Un aspecto clave en una IDE es:

Proveer mecanismos que permitan buscar, recuperar, compartir e integrar datos espaciales. Para el cumplimiento de este objetivo se plantea como un elemento clave el adoptar estándares, básicamente, en la definición de los elementos espaciales (features), su modelamiento (esquema conceptual), tener una completa y consistente descripción de los datos, lo que se conoce como metadatos y también sistemas de metadatos que permitan la gestión de los mismos (Gutiérrez, 2006, p.2).

Dado que el presente trabajo está contextualizado para la realidad chilena, el marco normativo a referenciar es el conjunto de normas internacionales ISO 19100. En la Figura 2.7, se presenta un esquema de la aplicación de esta normativa en un caso de estudio en Chile: “Construcción de una IDE de la provincia de Cardenal Caro”, este esquema indica cómo las normas chilenas de la información geográfica se relacionan con cada una de las fases del ciclo de vida de un producto.

Figura 2.7: Ciclo de Vida de un Producto Geográfico



Fuente: SNIT (2012, p.167)

Cabe destacar que este proyecto está intrínsecamente relacionado con la etapa de diseño de la vida de un producto geográfico y particularmente con la modelación y construcción de BDG. Si bien en la Figura 2.8, se señalan dos normas ligadas directamente al modelo de datos, Balmaceda & Ponce de León (2011) refieren, que para la creación de estos modelos, es necesario el empleo, al menos, de tres estándares de la serie ISO 19100, que a continuación se definen:

- ISO 19103: "Lenguaje de esquema conceptual para la Información geográfica". Cuyo propósito es brindar una base para el desarrollo acelerado de esquemas conceptuales, así como proponer las fases para la elaboración y validación de modelos conceptuales.

- ISO 19107: “Esquema Espacial”. Especifica los esquemas conceptuales para describir las características espaciales de los objetos geográficos, y un conjunto de operaciones consistentes con esos esquemas.
- ISO 19109: “Reglas para la aplicación del esquema”. Propone las reglas para la confección de esquemas de aplicación, lo cual incrementará la habilidad para compartir datos entre proyectos y permite la interacción en tiempo real entre aplicaciones. (Balmaceda & Ponce de León, 2011, p.45)

La inconsistencia indicada anteriormente, sobre la cantidad de normas, se explica porque la norma ISO 19107, aún no pertenece a las normas chilenas de IG, sin embargo, es muy importante en la estructuración del esquema conceptual, por ende es parte de las referencias de este estudio.

Ahora bien, junto a la construcción del modelo de datos, y al poblamiento de las BDG con información territorial, es de vital importancia el incorporar los metadatos (véase glosario en apartado 2.1) a este proceso, dado que permiten dar a conocer la procedencia y todas las características de los datos. Es por ello, que a continuación, se define el rol de la norma, que regula la creación de metadatos:

NCh ISO 19115: Esta norma define el modelo requerido para describir información geográfica y servicios. Proporciona información sobre la identificación, la extensión, la calidad, el modelo espacial y temporal, las referencias espaciales utilizadas y todo lo relativo a la distribución de los datos geográficos digitales (...) Los metadatos son datos que describen los datos y faciliten su localización, catalogación e inventario y su utilización. Para ello, dichos datos deben cumplir con algunos requisitos: la información debe describirse de forma estructurada y sistémica, se establece y seguros, y ser accesibles públicamente (SNIT, 2012, p.76-77).

Si bien esta norma define un conjunto extenso de elementos de metadatos, usualmente sólo se utilizan algunos. Sin embargo, es esencial que se mantenga, al menos, un número mínimo de elementos de metadatos y este se denomina núcleo de metadatos. En el Cuadro 2.2 se define que elementos debe tener este núcleo, donde, una “M” indica elemento obligatorio, una “O” indica un elemento

opcional y una “C” indica un elemento obligatorio bajo ciertas condiciones (NCh 19115, 2011).

Cuadro 2.2: Núcleo de Metadatos para Conjunto de Datos Geográficos

Título de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.title)	Tipo de representación espacial (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialRepresentationType)
Fecha de representación de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.date)	Sistema de referencia (O) (MD_Metadata > MD_ReferenceSystem)
Parte responsable de conjunto de datos (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.pointOfContact > CI_ResponsibleParty)	Linaje (O) (MD_Metadata > DQ_DataQuality.lineage > LI_Lineage)
Localización geográfica del conjunto de datos (por cuatro coordenadas o por identificador geográfico) (C) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_GeographicExtent > EX_GeographicBoundingBox Or EX_GeographicDescription)	Recurso en línea (O) (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_DigitalTransferOption.onLine > CI_OnlineResource)
Lenguaje de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.language)	Identificador de archivo de metadatos (O) (MD_Metadata.fileIdentifier)
Conjunto de caracteres de conjunto de datos (C) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.characterSet)	Nombre estándar de metadatos (O) (MD_Metadata.MetadataStandardName)
Categoría de tema de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.topicCategory)	Versión estándar de metadatos (O) (MD_Metadata.MetadataStandardVersion)
Resolución espacial del conjunto de datos (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialResolution > MD_Resolution.equivalentScale o MD_Resolution.distance)	Lenguaje de metadatos (C) (MD_Metadata.language)
Abstracto que describe el conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.abstract)	Conjunto de caracteres de metadatos (C) (MD_Metadata.characterSet)
Formato de distribución (O) (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_Format.name y MD_Format.version)	Punto de contacto de metadatos (M) (MD_Metadata.contact > CI_ResponsibleParty)
Información adicional de extensión para el conjunto de datos (vertical y temporal) (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_TemporalExtent o EX_VerticalExtent)	Fecha de información de metadatos (M) (MD_Metadata.dateStamp)

Fuente: INN (2011b, p.20)

Respecto de esta última normativa, las tecnologías de la información nos han entregado un software con código libre que permite que el proceso de construcción del metadato sea más amigable, CatMEdit.

Esta es una herramienta Open Source de edición de metadatos que facilita la documentación de recursos. Desarrollada por el consorcio TeIDE y bajo el apoyo de diferentes proyectos. Sus principales características son las siguientes:

- Herramienta OpenSource (código abierto).
- Edición de metadatos de acuerdo a la norma internacional "ISO19115. Geographic Information - Metadata".

- Intercambio de registros de metadatos de acuerdo a distintos estándares y formatos: ISO19115, Dublin Core y CSDGM (Content Standard for Digital Geospatial Metadata).
- Diferentes estilos de presentación de registros de metadatos en HTML y Excel.
- Generación automática de metadatos para algunos formatos de transferencia de datos como Shapefile, DGN, ECW, FICC, GeoTiff, GIF/GFW, JPG/JGW, o PNG/PGW.
- Multiplataforma (Windows, Unix), gracias al uso de Java como lenguaje de programación.
- Posee prácticos manuales, lo que facilita su aprendizaje. Recomendada por la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España) y la IDE Andalucía (Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía). Es una de las herramientas más utilizada en España. (SNIT, 2011, p.28-29)

2.7 Criterios Generales para la Construcción de una BDG

En los puntos anteriores se profundizó en cómo las BDG se utilizan para crear un modelo de la realidad. De igual forma, en cómo este modelo debe basarse en un marco normativo, que permita compartir esta información sin problemas de interpretación. Siguiendo este enfoque, pero abordando con más detalle la construcción de las BDG, a continuación se entregan algunos lineamientos sobre los resguardos que se deben tomar en este proceso, independiente de la temática que se esté abordando, por tal razón estos lineamientos constituyen criterios generales.

Respecto a ello, es relevante mencionar dos aspectos sobre la manera en que se generan las entidades (véase glosario en apartado 2.1) en las BDG:

- Cualquier campo de información que se quiera incluir en una BDG debe tener una expresión territorial, es decir que debe estar asignado a un espacio concreto en el territorio.
- Cada entidad en la BDG es el resultado de la división que la información produce sobre el territorio. Así, una variación en los datos observados en las

variables, o la inclusión o exclusión de alguna variable, podría implicar la redelimitación de las entidades.

Este segundo punto se refiere a que cada variable por sí sola, genera una subdivisión de las entidades que no tiene porqué ser igual a la de otra variable, de acuerdo a las distintas observaciones (filas en la tabla de atributos) que se tenga de cada una de ellas. Por ejemplo, la subdivisión del Parque Nacional Lauca que haga la variable “cobertura vegetal” no necesariamente será la misma que la que haga la variable “tenencia de la tierra”, a pesar de que ambas dividan de manera exhaustiva el territorio del parque (Valdés, 2010, p.9).

2.7.1 Criterios de Inclusión de Variables

Las variables a incluir en una BDG corresponden a los cuestionamientos que se desea responder sobre el territorio, que están relacionados; con la información temática a representar y con los distintos análisis a realizar sobre el territorio (Valdés, 2010). Es importante que dichas variables sean: “unívocamente interpretables y coherentes entre sí” (Aduara, Zarraluqui, Rivero & Sosa, 2000, p.8).

- **Las variables unívocamente interpretables** se refiere a que cada variable debe tener un único significado o definición y una única forma de interpretación. Además, que las observaciones o datos que se incorporen a ellas cumplan con los requisitos de congruencia territorial e interpretativa.
- **Las variables coherentes entre sí** tienen por objetivo que el conjunto de las mismas responda a las necesidades de información temática que contribuya a la toma de decisiones sobre la gestión del territorio para la cual se construye la BDG (Valdés, 2010, p.9-10).

2.7.2 Criterios de Congruencia Territorial

Los criterios que permiten asegurar la coherencia territorial de la BDG son los siguientes:

- Todas las variables deben producir una división exhaustiva del territorio, es decir, que no pueden existir entidades del territorio para las cuáles no existan

datos de una variable. De esta manera, se pueden clasificar los datos posibles para una variable en 2 tipos:

- ✓ Observaciones normales, que corresponderían a los valores esperados para cada variable; y
 - ✓ Observaciones omitidas, que corresponden a aquellas observaciones cuyos valores no han sido considerados en la fuente de información y por lo tanto se desconoce el valor a sistematizar en la BDG. Aquí es importante tener en cuenta las razones por las que se ha omitido el valor, ya que podría significar que dicho valor es igual a cero, o que no aplica, no procede, es nulo o no se tiene información. A partir de esta respuesta se sistematizará el valor dentro de la BDG.
- No puede existir más de 1 valor para una misma entidad dentro de una variable. Ya que las variables son las que generan las entidades, es imposible definir una entidad con dos valores. En caso de presentarse este problema, a continuación se presentan algunas maneras para resolverlo:
- ✓ Subdividir la variable en dos variables más concretas
 - ✓ Todos los puntos con dos posibles valores se consideran como una entidad diferente de las entidades que tiene uno sólo de esos valores.
 - ✓ Una entidad con 2 valores para una variable, se admite siempre que la aplicabilidad de uno u otro valor esté incuestionablemente condicionada al valor que tome la misma entidad en otra variable. (Adusuara et al, 2000, citado en Valdés ,2010, p.10)

2.7.3 Criterios de Congruencia Interpretativa

Tal como se comentó anteriormente, tanto las variables como sus observaciones deben ser coherentes y unívocamente interpretables. Esto se puede lograr cumpliendo con los siguientes criterios:

- Definición de las variables: debe existir un glosario que acote con la mayor precisión posible la definición semántica, el alcance y la aplicación práctica de cada variable.
- Estructuración de los datos: para cada variable, debe existir una sistematización clara de los valores normales que puede tomar. Se debe

explicitar la unidad de medida, autores para clasificaciones cualitativas, métodos de recolección de datos, temporalidades, entre otros, según corresponda a cada variable.

- Interrelación entre variables: se debe explicar la manera en que los valores que toman las distintas variables se relacionan entre sí, cuáles son las restricciones para dichas relaciones y finalmente cómo se articulan las variables como parte de un todo que busca responder a las necesidades de información para la toma de decisiones.
- Representación y topología (véase glosario en apartado 2.1): La representación se refiere a la forma en que se graficarán las entidades del territorio (por ejemplo, si se opta por un modelo de vector, se representarán como puntos, líneas o polígonos). La topología se refiere a las relaciones particulares entre las entidades. (Adusuara et al, 2000, citado en Valdés ,2010, p.10-11)

2.7.4 Criterios de Congruencia Formal

También es posible definir una serie de restricciones para asegurar la coherencia formal de la BDG. Esto facilita la interoperabilidad entre BDG distintas (Valdés, 2010). Entre los criterios más comunes de congruencia formal se encuentran:

- Nombres iguales para variables iguales: los nombres de los campos de información de la tabla de atributos, que contienen el mismo tipo de información, deben ser iguales entre las diferentes BDG, de manera que las operaciones de geo-procesamiento los reconozcan como un mismo campo de información.
- Tipo de campo de información: pueden definirse como número booleanos (dicotómicos), numéricos o alfanuméricos. También se debe precisar el número de dígitos permitidos para cada observación.
- Decimales: se debe especificar el número de posiciones decimales y si el divisor decimal será punto (.) o coma (,).
- Reglas para la utilización de mayúsculas y minúsculas: normalmente se escribe todo en minúsculas.

- Reglas para la utilización de acentos y la letra ñ: normalmente se omite su utilización.
- Formatos predefinidos de fechas: el orden en que aparecerán los días, meses y año. (Valdés, 2010, p.11-12)

2.7.5 Criterios para Selección de Datum y Proyecciones

Para el caso de Chile, en relación a la definición del Datum y la proyección planimétrica existe una recomendación del Instituto Geográfico Militar que está en acuerdo a lo que señala la NCh ISO 19100.

El Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM) recomienda que toda la cartografía que se genere en el país utilice el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS (WGS84) (Valdés ,2010):

- Coordenadas Cartesianas: SIRGAS ITRF 2000.
- Coordenadas Geográficas: Parámetros elipsoidales GRS80.
- Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM).
- Husos 12, 18 y 19, según corresponda dentro Chile.

El sistema de referenciación geodésica vertical debe estar referido al Nivel Medio del Mar (n.m.m.), según lo establecido por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) (Valdés, 2010, p.13).

2.7.6 Criterios para Escala de Representación

La escala corresponde a: “El nivel de detalle o de generalización sobre el cual se fundamentarán los análisis posibles de realizar con la información territorial” (Valdés, 2010, p.13).

Riitters (2005, citado en Valdés, 2010) sugiere:

Que al elegir la escala de los análisis espaciales se debe buscar un balance entre la generalización, la precisión y el realismo. Según el autor, los análisis a nivel nacional deben buscar, principalmente, maximizar la generalización y el realismo,

mientras que la mejora en la precisión es un objetivo para escalas más detalladas, que tienen marcos de referencia más específicos. Esto porque las entidades que son visibles a una escala pueden no serlo a otra, como también pueden aparecer fenómenos distintos no considerados inicialmente (problema denominado downscaling y upscaling). (p.13)

Valenzuela (2005, citado en Valdés, 2010) señala lo anterior de otra forma, “cuando se cambia la escala, cambian las relaciones entre las entidades que son observables y, en consecuencia, cambia el rol que estas entidades juegan y la preponderancia que tienen en el análisis de la IT” (p.13).

CAPITULO 3: ANÁLISIS

Este capítulo es la columna vertebral de este proyecto y tiene el objetivo de detallar todo el proceso de diseño del protocolo de generación de bases de datos geográficas de transporte (BDGT), iniciando por un diagnóstico de las BDGT actuales, pasando por la formulación del modelo del sistema de transporte hasta terminar en el protocolo de cada componente de este sistema.

3.1 Análisis y Diagnóstico de Bases de Datos Geográficas de Transporte

Con el fin de poner de manifiesto que existen rasgos de interoperabilidad limitada en las bases de datos geográficas de transporte (BDGT), producidas hoy por distintos organismos públicos en Chile, se analizó una muestra obtenida en la Región del Biobío, estos datos provienen de un recolección realizada por el equipo del proyecto INNOVA⁵, esta información se recopiló hasta el mes de diciembre del año 2012. Cabe destacar, que lo que se busca en este apartado es reconocer los problemas que se han generado al no seguir estándares en la gestión de la información territorial, por ende el tomar una muestra de una región en específico es suficiente para exponer esta situación.

Este análisis tiene 2 objetivos:

- Determinar problemas de interoperabilidad y de construcción de las BDGT, en base a distintos criterios, y
- Recomendar posibles soluciones a las deficiencias encontradas en las BDGT.

El equipo del Proyecto INNOVA, realizó una recolección de bases de datos de transporte en distintas instituciones generadoras de esta información, realizando

⁵ Proyecto INNOVA, es una iniciativa de la Universidad de Concepción de Chile, su objetivo es generar una plataforma tecnológica para la gestión integral del sistema de transporte en la región del Biobío (Udec, 2012).

una clasificación en 3 áreas temáticas, en el Cuadro 3.1 se observa la descripción de la información por área temática.

Cuadro 3.1: Bases de Datos Recolectadas hasta Diciembre del 2012, relacionadas con el Sistema de Transporte

Áreas Temáticas	Información
Transporte	Estadísticas de transporte público y escolar, trazado de los servicios licitados de taxibuses y taxicolectivos, EISTU's, Estadísticas de accidentes de tránsito de la provincia de Concepción, Estadística de accidentes ferroviarios, Información sobre señalización de tránsito, permisos de circulación y licencias de conducir emitidas por las comunas de Concepción y Penco, Mediciones de tránsito en vía Alessandri en la comuna de Concepción, Catastro de semáforos en la comuna de Concepción, Estadísticas de tránsito en estaciones de conteo del MOP, Información sobre el transporte público, privado, escolar y rural en la provincia de Concepción.
Infraestructura	Antecedentes de base del estudio de prefactibilidad en San Pedro de la Paz, Geolocalización de semáforos en el Gran Concepción, Infraestructura y equipamiento ferroviario en la Provincia de Concepción, Red vial del Gran Concepción, Geolocalización de todos los puentes existentes en la Región del Biobío, Geolocalización de infraestructura MOP en la Región del Biobío, Ciclovías en el Gran Concepción proyectadas por PRMC.
Planificación	Encuestas Origen-Destino realizadas en el Gran Concepción el año 1999

Fuente: Elaborado a partir de información recopilada por el equipo del Proyecto INNOVA

El análisis y diagnóstico de las BDGT existentes se abordaran desde los siguientes puntos de vistas, que son los que marcan los lineamientos para generar bases de datos geográficas eficientes:

- Inclusión de Variables
- Congruencia Territorial
- Congruencia Interpretativa
- Congruencia Formal
- Selección de Datum y Proyección
- Escala de Representación

Dado que los tres primeros criterios presentan semejanzas se consideró pertinente analizarlos en un mismo apartado, sin embargo de igual forma se identifican por separado.

3.1.1 Inclusión de Variables, Congruencia Territorial e Interpretativa

El análisis inicia, realizando la pregunta, ¿Qué objetivo cumplen las BDGT?, es decir, lo primero que debe quedar explícito es la razón para la cual se crearon las distintas BDGT, de acuerdo al análisis de la información recopilada, en su mayoría, no presentan una descripción de su función, lo cual tiene repercusión en el criterio de inclusión de variables, dado que no se tiene certeza si las variables utilizadas son las indicadas para colaborar en la toma de decisiones y también en el criterio de congruencia interpretativa dado que no se cuenta con información suficiente de cada variable, su dominio o procedencia u otro, para interpretar completamente la información. Lo dicho anteriormente se delata al observar el metadato de las BDGT, que cercano al 100% de ellas solo tiene especificado un nombre del archivo, pero no una descripción de la información, por lo tanto no cumplen con el estándar mínimo de información especificado en el apartado 2.6, núcleo del metadato, que tiene una fuerte relación con las exigencias de los criterios ya mencionados. En el Cuadro 3.2 se identifican 4 BDGT, entre otras, donde ocurre esta situación.

Cuadro 3.2: BDGT Sin Núcleo de Metadato Completo

BDGT	Institución Generadora	Descripción
Arco_Vial	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Red Vial Gran Concepción
Linea_FFCC	Ferrocarriles del Estado (EFE)	Línea Férrea Gran Concepción
Ciclovias_PRMC	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (SEREMI MINVU)	Red de Ciclovías Gran Concepción
Aerodromos_MOP	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Aeródromos Gran Concepción

Fuente: Elaboración Propia.

Del mismo modo, existen muchas de las variables utilizadas que tienen un nombre poco descriptivo, que no fue posible identificar, dado que no representan nada en el idioma castellano, lo cual es cuestionable, si lo que se quiere es una base de datos interoperable, al menos, localmente. En la Figura 3.1 se observa un ejemplo donde ocurre lo anterior expuesto, dado que no se puede determinar la utilidad de las variables s1, s2...s10.

Figura 3.1: Información Difusa de Variables en BDGT: Arco_Vial

TIPO	CAPAC	FFIJO	TARIFA	NOMBRE	EJE	CLASE	TNA	TNB	CORREDOR	VELOCIDAD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
t	1710	6.3	0	E. Molina	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1845	8.55	0	A. Dichato	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	0	0	Lord Cochrane	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1710	8.55	0	E. Molina	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	207.02	0	E. Molina	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1710	201.36	0	Vicente Palacios	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	187.27	0	E. Molina	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1080	224.16	0	Enrique Molina G	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	204.41	0	Enrique Molina G	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	31.14	0	Avda. Werner	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	35.31	0	Avda. Werner	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	3510	45.78	0	Baquedano	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	3510	36.92	0	Baquedano	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	5400	17.14	0	Sotomayor	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1080	45.78	0	Nogueira	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	17.14	0	Sotomayor	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	5400	17.14	0	Sotomayor	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1845	6.3	0	A. Dichato	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	0	0	Lord Cochrane	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	40.08	0	E. P. Hinrichsen	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1800	29.04	0	E. P. Hinrichsen	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1620	40.08	0	O'Higgins	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	1025	0	0	Manuel Montt	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	4100	51.4	0	Manuel Montt	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t	2050	24.09	0	Manuel Montt	0	Red_Base	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En el ejemplo anterior, se aprecia que no se siguen los principios de congruencia interpretativa y territorial, en particular, porque se supone que cada variable ingresada divide el territorio con algún fin, lo cual es imposible de determinar. En el Cuadro 3.3 se identifican 4 BDGT, entre otras, donde ocurre esta situación.

Cuadro 3.3: BDGT con Variables con Nula Interpretación

BDGT	Variable	Institución Generadora	Descripción
Arco_Vial	S1, S2....S10	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Red Vial Gran Concepción
Red_Vial	FFIJO, ID_SEC	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Red Vial Gran Concepción
Vialidad_Secundaria	ACCESIBI	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Vialidad Secundaria Gran Concepción
POSTE_KILOMETRICO	N_POSTE	Ferrocarriles del Estado (EFE)	Postes Kilométricos Red EFE

Fuente: Elaboración Propia.

Además de los problemas con las variables poco descriptivas, también se aprecian problemas con el dominio de ellas, en particular con variables que no toman ningún valor o valores “0”, lo que infringe el criterio de congruencia interpretativa, por ejemplo, no es posible inferir si el utilizar un valor “0” implica que para esa entidad la variable toma ese valor, o bien, implica que no se tiene información para esa variable en dicha entidad, la misma incertidumbre ocurre para el caso de variables sin valor o celda vacía. La Figura 3.2 ilustra esta situación.

Figura 3.2: Variables con Problemas de Dominio en BDGT: Puentes_Biobio

FID	Shape	ROL	CODIGO	KM_INICIO	KM_TERMINO	LONGITUD	NOMBRE	NOM_RIO	LIM_PESO	MAT_CARP	MAT_BARAN	ACH_CALZ	ACH_TOTAL	MAT_ESTRIE
0	Point M	S-114	69D126	1967	1988	21	LONCO TRIPAY		15	MADERA	MADERA	2.7	4.3	MADERA
1	Point M	P-954-S	68D721	16043	16077	34	LOS MAQUIS 2		0	HORMIGON	ACERO	7.2	9.1	HORMIGON
2	Point M	S-150	69D150	14444	14479	35	LOS MAQUIS 2		0	HORMIGON	ACERO	7.2	9.2	HORMIGON
3	Point M	S-150	69D150	17412	17448	36	LOS MAQUIS 1		0	HORMIGON	ACERO-HORMIGON	7.2	9.2	HORMIGON
4	Point M	P-954-S	68D721	13231	13266	35	LO MAQUIS 1		0	HORMIGON	ACERO	7.1	9.1	HORMIGON
5	Point M	P-954-S	68D721	7321	7332	11	CUVEL		10	MADERA	MADERA	3.2	4.7	MADERA
6	Point M	P-954-S	68D721	1886	1899	13	QUILQUICO		10	MADERA	MADERA	2.7	4.2	MADERA
7	Point M	P-70	68C070	8266	8387	121	TRUA	TRUA	0	HORMIGON	ACERO	8	10.1	HORMIGON
8	Point M	P-70	68C070	60315	60435	120	TRUA		0	HORMIGON		0	8.1	
9	Point M	P-952	68E948	11071	11077	6			0	MADERA		2.7	3.4	TERRA
10	Point M	P-952	68E948	5813	5830	17			0	MADERA	MADERA	2.7	4.4	MADERA
11	Point M	P-952	68E948	9222	9228	6			0	MADERA	MADERA	2.8	4.1	MADERA
12	Point M	P-70	68C070	4984	5014	30	LANALHUE		0	HORMIGON		0	8	
13	Point M	P-90-R	68E090	11460	11465	5			0	MADERA		2.7	3.4	MADERA
14	Point M	P-90-R	68E090	2764	2785	21	LA GUARDA		0	HORMIGON	ACERO	7.9	10.6	HORMIGON
15	Point M	P-70	68C070	47417	47437	20	QUIDICO		0	HORMIGON		0	8	
16	Point M	P-704	68D703	710	720	10			0	MADERA	MADERA	2.7	4.2	MADERA
17	Point M	P-712	68E712	12013	12023	10			0	MADERA		2.7	3.8	MADERA
18	Point M	P-712	68E712	9434	9444	10			0	MADERA	MADERA	2.6	4.4	
19	Point M	P-712	68E712	9386	9395	9			0	MADERA	MADERA	2.8	4.3	MADERA
20	Point M	P-70	68C070	29341	29381	40	LLEU LLEU		0	HORMIGON		0	8	
21	Point M	P-714	68E714	8932	8943	11			0			0	0	
22	Point M	P-680	68E680	10996	11005	9			0	MADERA		2.5	3.3	MADERA
23	Point M	P-680	68E680	10936	10941	5			0	MADERA		2.6	3.5	MADERA
24	Point M	P-66	68D066	2187	2203	16	EL PERAL		0	HORMIGON	ACERO	8.1	10.7	HORMIGON

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 3.4 se identifican 4 BDGT, entre otras, donde ocurre esta situación.

Cuadro 3.4: BDGT con Variables con Problemas de Dominio

BDGT	Variable	Institución Generadora	Descripción
Red_Vial	CATEGORIA	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Red Vial Gran Concepción
Caminos_pav	CODIGO	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Red Vial Pavimentada Región del Biobío
Ciclovias_PPMC	ID, CALLE	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (SEREMI MINVU)	Red de Ciclovías Gran Concepción
Puentes_Biobio	Num_Cepas	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Puentes Región del Biobío

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, junto a lo anterior, se realizó un análisis de consistencia entre BDG que representan la misma información, por ejemplo, Red_Vial y Arco_Vial, se observó que no son descritas por las mismas variables, ello ocurre porque, cada una, responde a un uso local del estudio por el cual se crearon, por ende podría inferirse que tener una BDG construida no asegura que pueda utilizarse en otro estudio. Ello denota la poca eficiencia que hay en la reutilización de la información existente, o del gran trabajo que se debe realizar para procesar una BDG existente y dejarla operativa para otro estudio.

3.1.2 Congruencia Formal

Es de vital importancia tener reglas de formato para el nombre de las variables y para los valores ingresados de cada entidad en dicha variable, sobre todo si son alfanuméricos, esto permitirá usarlas eficientemente en las operaciones de geoprocésamiento, sin obtener errores por este concepto. Luego de un análisis de las BDGT, se encontraron algunos problemas en este criterio, a continuación se muestra un ejemplo en la Figura 3.3, donde existe un problema en la identificación del nombre de una calle.

Figura 3.3: Problemas de Formato en Variables de BDGT: Arco_Vial.

FID	Shape	ID	NODOA	NODOB	CATEGORIA	LONGITUD	TPOFLIBRE	TIPO	CAPAC	FFIJO	TARIFA	NOMBRE	EJE	CLASE	TIA	TNB	CORREDOR	VELOCIDAD
513	Polyline	106	62050	62040	3	144	10	t	3600	340.34	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
537	Polyline	109	64010	61010	3	850	57	t	3600	316.87	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
645	Polyline	123	81020	62030	3	509	38	t	3600	396.93	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
648	Polyline	123	81020	82050	3	579	39	t	2772	425.06	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
661	Polyline	125	82050	81020	3	579	44	t	2574	341.11	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
663	Polyline	125	82050	100010	1	622	46	t	2050	408.55	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
927	Polyline	156	100010	82050	1	622	43	t	2870	190.4	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
928	Polyline	156	100010	100020	1	2508	184	t	4100	249.84	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
930	Polyline	156	100020	100010	1	2508	192	t	4100	190.4	0	Autopista Genera	0	Red_Base	2	2	0	0
483	Polyline	103	60090	60095	1	1319	60	t	1800	0	0	Autopista J.	0	Red_Base	2	2	0	0
485	Polyline	103	60095	60090	1	1319	60	t	1800	0	0	Autopista J.	0	Red_Base	2	2	0	0
484	Polyline	103	60090	60100	3	690	55	t	1170	0	0	Autopista J. Ale	0	Red_Base	2	2	0	0
489	Polyline	103	60100	60090	3	690	55	t	1170	0	0	Autopista J. Ale	0	Red_Base	2	2	0	0
490	Polyline	104	60100	64020	3	364	23	t	2520	81.77	0	Autopista J. Ale	0	Red_Base	2	2	0	0
541	Polyline	110	64020	60100	3	364	23	t	2520	78.02	0	Autopista J. Ale	0	Red_Base	2	2	0	0
1175	Polyline	190	147015	147018	7	349	45	t	1800	53.62	0	Av. Central	0	Red_Base	2	2	0	0
1176	Polyline	190	147018	147015	7	349	45	t	1800	58.29	0	Av. Central	0	Red_Base	2	2	0	0
599	Polyline	117	68025	95015	3	2521	129	t	3600	63.16	0	Av. Costanera	0	Red_Base	2	2	0	0
878	Polyline	150	95015	68025	3	2521	129	t	3600	0	0	Av. Costanera	0	Red_Base	2	2	0	0
880	Polyline	151	95015	118015	3	997	51	t	3600	182.31	0	Av. Costanera	0	Red_Base	2	2	0	0
1009	Polyline	168	118015	95015	3	997	50	t	3600	0	0	Av. Costanera	0	Red_Base	2	2	0	0
1358	Polyline	214	176010	176020	4	534	35	t	1800	105.79	0	Av. La Paz	0	Red_Base	2	2	0	0
1363	Polyline	214	176020	176010	4	534	33	t	1800	20.69	0	Av. La Paz	0	Red_Base	2	2	0	0
613	Polyline	119	70020	78010	3	356	26	t	3600	526.19	0	Avda. Arturo Pra	0	Red_Base	2	2	0	0
867	Polyline	149	94170	94180	2	264	23	t	3600	141.18	0	Avda. Arturo Pra	0	Red_Base	2	2	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la figura anterior, en la variable “NOMBRE”, se indica el nombre de una misma calle de 2 formas distintas, la calle en cuestión es Jorge Alessandri, que se nombra como “Autopista J. Ale” y como “Autopista J.”, lo que conllevaría a errores si se realiza una consulta utilizando los nombres de calles.

Del mismo modo, se encontraron inconsistencias en el uso de cifras decimales en algunas BDGT, un ejemplo de ello se ilustra en la Figura 3.4.

Figura 3.4: Problemas de Formato en Variables de BDGT: Vialidad_Primary.

COMUNA	LONGITUD	OBSERVAC	ID
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	168 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	169 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	170 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	171 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	172 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	173 Camii
Laja - Los Angeles	0	Red Vial Estructurante Anterior	174 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	175 Camii
Coelemu - Ranquil	0	Red Vial Estructurante Anterior	176 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	177 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	178 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	179 Camii
Coelemu - Ranquil - Chillán	0	Red Vial Estructurante Anterior	180 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	181 Camii
Coelemu - Treguaco - Quirihue - Tomé - Penco	105.1	Proposición Red Vial Estructurante MOP	182 Camii
Laja - Los Angeles	0	Red Vial Estructurante Anterior	183 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	184 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	185 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	186 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	187 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	188 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	189 Camii
Cabrero - Yumbel - Laja	35	Proposición Red Vial Estructurante MOP	190 Camii
Yumbel - Cabrero	0	Red Vial Estructurante Anterior	191 Camii
Huakui - Yumbel - Cabrero	0	Red Vial Estructurante Anterior	192 Camii

Fuente: Elaboración Propia

En la figura anterior se observa que los valores de la variable “LONGITUD” tienen una inconsistencia en la cantidad de decimales usados, puede llevar a interpretar que los números que no poseen decimales, no son números exactos, sino que por error se omitió el decimal o bien el número es una aproximación del número original.

En el Cuadro 3.5 se identifican 4 BDGT, entre otras, donde se presentan problemas de congruencia formal.

Cuadro 3.5: BDGT con Problemas de Congruencia Formal

BDGT	Variable	Institución Generadora	Descripción
Arco_Vial	NOMBRE, FFIJO	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Red Vial Gran Concepción
Vialidad_Primary	LONGITUD	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Red Vial Pavimentada Región del Biobío
Aeródromos_MOP	ELEVACIÓN	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Aeródromos Gran Concepción
DESRIELOS_2011	GPS_HEIGHT, KM	Ferrocarriles del Estado (EFE)	Accidentes de Desrielos año 2011 Región del Biobío

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.3 Selección de Datum y Proyección Planimétrica

Como ya se indicó, existe una instrucción del IGM para homologar la utilización del Datum y la proyección cartográfica para las distintas BDG que se utilizan en Chile. Respecto a ello, para la región del Biobío, los parámetros a utilizar son los siguientes:

- Coordenadas Cartesianas: SIRGAS ITRF 2000.
- Coordenadas Geográficas: Parámetros elipsoidales GRS80.
- Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM).
- Huso 18 y 19.

Cabe mencionar que para la mayoría de la región, el huso a utilizar es el 18, incluyendo el Gran Concepción.

Respecto de las bases de datos georreferenciadas, en general, ellas cumplen con las recomendaciones del IGM, no obstante, existen algunas bases del Gran Concepción que utilizan una proyección UTM situándose en el Huso 19. En el Cuadro 3.6 se identifican 2 BDGT, donde se presenta esta situación.

Cuadro 3.6: BDGT con Errores en el Huso Utilizado

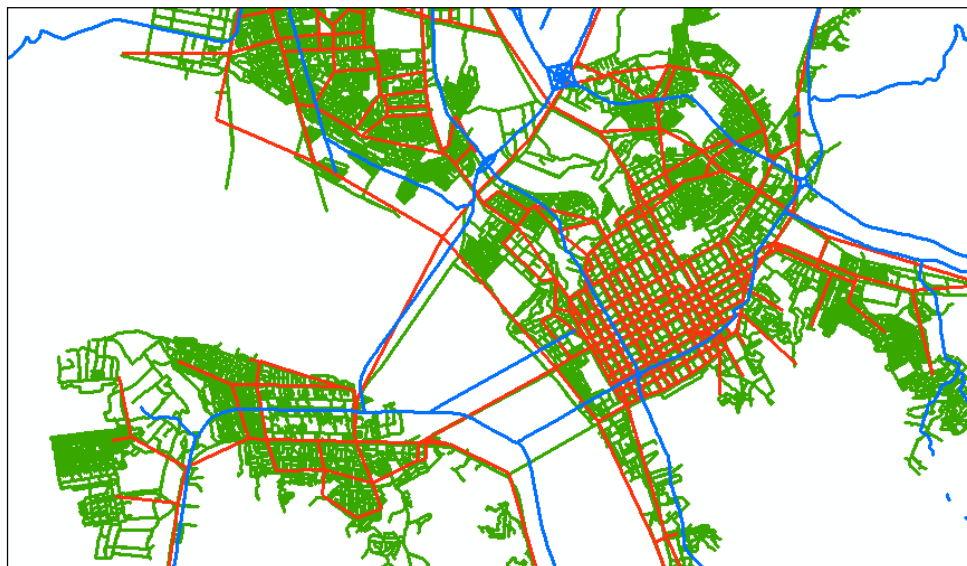
BDGT	Institución Generadora	Descripción
Puentes_Biobío	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Puentes Región del Biobío
Red vial Biobío	Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas (SEREMI MOP)	Red Vial Región del Biobío

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.4 Escala de Representación

Este problema es muy recurrente, emerge cuando se cruzan gráficamente las BDG, ya que con ello se observan las inconsistencias posicionales. En este análisis, se expondrá esta inconsistencia con las BDGT que representan la vialidad del Gran Concepción, se superpusieron las BDGT: Arco_Vial, Red_Vial y Paviment_PRMC, el resultado de esta comparación se muestra en la Figura 3.5.

Figura 3.5: Inconsistencia Geográfica de 3 BDGT representando la Vialidad en el Gran Concepción.



Fuente: Elaboración Propia

La figura anterior muestra una inconsistencia espacial, ello puede ocurrir por diversas razones, entre ellas, diferencias en la precisión posicional de los instrumentos utilizados para georreferenciar, la manipulación constante de las proyecciones geográficas en los softwares comerciales, la utilización de diferentes cartografías y otros. De acuerdo a ello, nace la necesidad de contar con cartografía base confiable o datos de referencia, ya que proporcionan información de contexto y de referencia del área de estudio. Es por ello, que es importante contar con una cartografía base única y confiable para las distintas temáticas del transporte, con el fin de que toda institución que trabaje con BDGT, las utilice y no se produzcan estas inconsistencias.

3.1.5 Discusión del Diagnóstico

- Todas las BDGT presentan metadatos incompletos, incluso si se compara con los requerimientos mínimos (núcleo del metadato), lo que genera baja interpretación del objetivo de las BDGT y de las variables que la caracterizan. Los motivos para no documentar los datos, pueden ser

diversos: desconocimiento, alto costo de tiempo en completar el metadato, relativización de su importancia u otros. Es por ello, que se recomienda, para completar los metadatos, la utilización del software CatMedit, ya que su interfaz es sencilla, amigable y libre de costos de licencia.

- Existen BDGT, que si bien representan la misma información, se caracterizan de forma diferente, es decir, presentan variables distintas, ello lleva a que la reutilización de la información en otro estudio, necesite un gasto, no menor de recursos, la recomendación en este aspecto, es poder definir una BDGT que se construya de acuerdo a un fin más amplio y no solo pensando en el estudio por el cual se creó.
- Existen BDGT con nombres de variables que no tienen relación inmediata a un concepto, con un dominio de valores que no queda claro y con valores con más de una interpretación, por ejemplo, no pueden existir entidades sin valores en las variables. La recomendación para sobrepasar estos inconvenientes son; elegir los nombres de las variables con una interpretación sencilla, junto a ello, documentar cada variable con su respectivo dominio de valores.
- Se detectaron problemas de congruencia formal en distintas BDGT, ello se denota al constatar que no existen criterios para poblar de información la base de datos, usualmente este problema repercute luego en las funciones de geoprocesamiento. Esta deficiencia pareciese, a simple vista, ser un error de forma, mas es de vital importancia para mantener confianza en los resultados, es por ello que es necesario tener reglas de formato al momento de poblar las BDGT.
- Con respecto a la georreferenciación, es decir, Datum y proyección cartográfica, se detectaron solo problemas en los Husos de Mercator, lo que indica que existe una interiorización sobre la importancia de definir un sistema de referencia.
- Se detectaron problemas de inconsistencia espacial en las BDGT, lo que genera la necesidad de trabajar digitalizando los elementos geográficos

sobre una cartografía base, única y confiable, a una escala que permita representar elementos de menor tamaño.

- Junto a lo anterior y no siendo parte de los criterios establecidos para el análisis, se quiere destacar que las BDGT analizadas, en su mayoría, tienen una fluctuación etaria entre los años 2006 y 2012, no se aprecia congruencia temporal, dado ello se recomienda tener especial cuidado en la consistencia en el uso de las distintas BDGT, dado que para el cruce de información, al menos se deberían tener BDGT del mismo año. Esto cobrará mayor importancia cuando se genere el modelo de datos, donde muchas bases de datos se interrelacionan.

3.2 Construcción del Modelo de Datos Geográficos del Sistema de Transporte

Con el fin de identificar la información relevante que debe estar presente en el protocolo, se construyó un modelo de datos del sistema de transporte, para ello se utilizaron los principios generales que indica la norma NCh ISO 19103. Cabe recordar, que lo que se busca como producto final, es un Esquema Conceptual del Sistema de Transporte. A continuación se detalla el proceso de modelado.

Fases de modelado según INN (2011a):

- Fase 0: Identificación del alcance y contexto
- Fase 1a: Identificar clases básicas
- Fase 1b: Consistencia de las reglas para el esquema de aplicación
- Fase 2: Especificar relaciones, atributos y operaciones
- Fase 3: Completar restricciones usando textos/OCL
- Fase 4: Armonización de definiciones de modelos – con submodelos y otros ítemes de trabajo (p.60).

3.2.1 Fase 0: Identificación del Alcance y Contexto

Esta fase inicia con la pregunta: ¿Cuál es la meta y alcance del modelo?, a partir de esta pregunta se definieron los distintos objetivos a los que apunta la modelación del sistema de transporte, que son:

- Representar el comportamiento del sistema en el ámbito de la Infraestructura vial, la gestión de tránsito, el transporte privado, el transporte público, el transporte de carga y el transporte de modos no motorizados.
- Generar una herramienta de planificación y gestión urbana, que permita obtener indicadores del estado y de la operación actual de los elementos del sistema. El modelo debe tener la facultad de ser flexible para incorporar nuevos elementos a los análisis, ello se logra estableciendo una desagregación coherente de elementos y de lectura amigable.
- Ubicar espacialmente los elementos del sistema más relevantes, en términos del impacto sobre la calidad del viaje de los usuarios. Se pretende trabajar en escalas mayores, con el fin de identificar todo tipo de elemento.
- Informar a los distintos tipos de usuarios sobre características, físicas y operacionales, de los elementos del sistema. Aquí se pondrá énfasis en la operación del transporte público y la infraestructura, dado que es parte de los problemas constantes del transporte en Chile.
- Interrelacionar distintos elementos del sistema, con el fin de poder representar su interacción real.
- Analizar los problemas de movilidad, utilizando variables relacionadas a las resistencias al desplazamiento, usualmente, la distancia y el tiempo de viaje.

El alcance de este modelo es toda el área urbana de una ciudad cualquiera, dado que se pretende generar un modelo genérico, que pueda ser implantado en cualquier área urbana de Chile.

3.2.2 Fase 1a y 1b: Identificación de Clases Básicas y Consistencia de Reglas para el Esquema de Aplicación⁶.

Al haber definido las aspiraciones del modelo, es posible establecer qué clases (véase glosario en apartado 2.1) básicas del sistema de transporte, permitirán poder cumplir con ellas. La concepción del modelo parte con la pregunta básica, qué es el sistema de transporte, que en términos amplios, se define como la relación entre la demanda y la oferta de transporte, por ende se partirá de estos 2 grandes conceptos para definir las clases superiores o superclases del modelo, que según Ocaña, Mundó & Lusitano (2002), se refieren a:

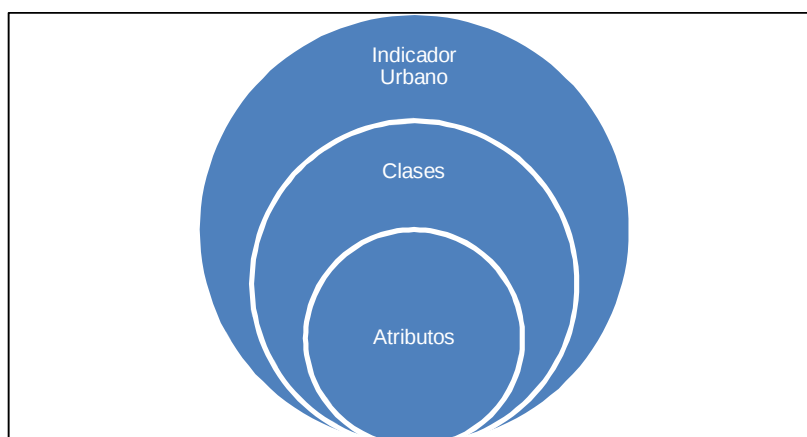
- **La demanda de transporte** está asociada a la población, los viajes y sus propósitos; y los modos empleados para realizar dichos desplazamientos.
- **La oferta de transporte** está asociada a dos grandes elementos que la componen: la infraestructura vial y el sistema de transporte público.

A partir de esta visión del sistema, se establecieron criterios en correspondencia con los objetivos del modelo, pero que a diferencia de estos objetivos permitían seleccionar, de forma concreta, las clases y atributos, que al menos deberían estar incluidas en estas superclases, ellos se definen a continuación:

- **Indicadores Urbanos:** Se estudiaron distintos indicadores urbanos, seleccionando dentro del modelo, las clases y atributos utilizados para calcularlos. La Figura 3.6 muestra un esquema de los elementos necesarios para determinar un indicador cualquiera.

⁶ Un Esquema de Aplicación proporciona una descripción de la estructura semántica del conjunto de datos. El esquema de aplicación también identifica los objetos de tipo espacial y sistemas de referencia requeridos para proporcionar una descripción completa de la información geográfica en el conjunto de datos (ISO, 2001, p.34).

Figura 3.6: Esquema de Elementos Componentes de un Indicador



Fuente: Elaboración Propia

- **BDGT Actuales:** Se incluyeron las clases y atributos relevantes, que actualmente, están generando las instituciones públicas en Chile.
- **Modelos de Transporte:** Se incluyó la información, que usualmente, se requiere para poder calibrar estos modelos.
- **Conservación de elementos o equipamiento:** Se incluyeron los elementos o equipamientos, que generalmente, requieren conservación o reposición, en el corto y largo plazo.
- **Proyectos próximos:** Se incluyeron los proyectos de infraestructura en estudio o próximos a ejecutar, que indican la inversión en la comuna en cuanto a mejorar la operación de transporte.

El Cuadro 3.7 entrega una descripción de las clases y los atributos, mínimos o básicos, para cada criterio utilizado, además de una referencia donde se puede encontrar las descripciones realizadas.

Cuadro 3.7: Clases y Atributos Mínimos en una BDGT⁷

Criterios	Descripción de Clases	Clase: Atributos	Referencia
Indicadores Urbanos	➤ Zonas de transporte ➤ Paraderos de transporte	➤ Zonas de transporte: población, origen del	Cantergiani, Rojas & Salado (2008).

⁷ Si las clases o atributos se repiten entre criterios, solo se indicaron en uno de ellos.

Criterios	Descripción de Clases	Clase: Atributos	Referencia
(Véase Anexo 5.2)	público ➤ Líneas de transporte público ➤ Red vial de transporte privado ➤ Paradas interurbanas ➤ Redes viales ➤ Aparcamiento transporte privado ➤ Aparcamiento bicicletas	viaje, destino del viaje, cantidad de viajes, modo utilizado, motivo de viaje y tiempo de viaje. ➤ Líneas de transporte público: frecuencia de pasada. ➤ Red vial de transporte privado: tiempo de viaje, longitud y ancho de cada arco. ➤ Redes viales: tipo de red, longitud y Ancho de cada arco. ➤ Aparcamiento transporte privado: cantidad y área de ocupación. ➤ Aparcamiento bicicletas: cantidad y el área de ocupación.	Díaz, Cantergiani, Salado, Rojas & Gutiérrez (2007). Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2007).
BDG Actuales	➤ Red vial ferroviario ➤ Accidentes de tránsito ➤ Semáforos ➤ Puentes ➤ Aeródromos	➤ Red vial de transporte privado: número de pistas, capacidad de la vía, tipo de pavimento y flujos de vehículos. ➤ Accidentes de tránsito: tipo. ➤ Puentes: Ancho, Estado y Fotografía. ➤ Aeródromos: Nombre.	BDG recolectadas por el equipo de INNOVA (2012)
Modelos de	➤ Mediciones de flujo vehicular	➤ Red vial de transporte privado: sentido de	En el Manual de Evaluación de

Criterios	Descripción de Clases	Clase: Atributos	Referencia
Transporte	➤ Mediciones de tasas de ocupación ➤ Mediciones de velocidad	operación de los arcos. ➤ Mediciones de flujo vehicular: periodo, movimiento y flujo. ➤ Mediciones de tasas de ocupación: periodo, movimiento y tasas. ➤ Mediciones de velocidad: periodo, movimiento y flujo.	Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU) ⁸ , se indican los requerimientos de insumos para los modelos de transporte.
Conservación de elementos	➤ Señales de tránsito verticales ➤ Equipamiento y Estructuras viales	➤ Señales de tránsito: estado de conservación. ➤ Paradero de transporte público: estado de conservación. ➤ Redes viales: estado de conservación. ➤ Semáforos: estado de conservación. ➤ Estructuras viales: estado de conservación.	Esta información se obtuvo de los proyectos de renovación o conservación identificados en el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social ⁹ .
Proyectos Próximos	➤ Proyectos	➤ Proyectos: indicadores de rentabilidad, etapa del proyecto, costo del proyecto, propósito del proyecto y responsable del proyecto.	En el banco integrado de proyectos del Ministerio de Desarrollo Social, se observan las fichas IDI (Iniciativas de inversión) que señalan las características más relevantes de los proyectos.

Fuente: Elaboración Propia

⁸ MESPIVU (ODEPLAN, 1988)

⁹ Página web <http://bip.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/bip-trabajo/index.html>

Es así que con la definición de los objetivos del modelo y con la determinación de las clases mínimas, se tiene un punto de partida, para organizar la visión del universo del discurso sobre el sistema. A partir de ello, en el Cuadro 3.8 se muestra el resultado de este proceso y de las 39 clases definitivas seleccionadas como componentes del modelo, de las cuales, 34 son geográficas (2 abstractas) y 6 no lo son. Cabe señalar que la estructuración del modelo se hizo conforme a lo estipulado en la norma ISO 19109, tomando en cuenta en el modelo la granularidad de las clases, la Figura 5.2 del Anexo 5.3 da cuenta de este aspecto.

3.2.3 Fase 2: Especificar Relaciones, Atributos y Operaciones

Tras la determinación de las clases básicas que conformarán el modelo, la tarea siguiente es caracterizar cada una de ellas, mediante distintos atributos. Para su selección, se inició contemplando los atributos mínimos del Cuadro 3.7, determinado de acuerdo a los criterios ya explicados en el apartado anterior, junto con ello, se incorporaron atributos que permitieron complementar la caracterización de los objetos espaciales según los objetivos planteados en la fase 0. Por otro lado, para definir los tipos de relaciones, se utilizó como lenguaje lo estipulado en las normas NCh ISO 19103 e ISO 19107, además para determinar, qué y cómo están relacionadas las clases u objetos, se utilizaron también, como lineamientos, los objetivos planteados en la fase 0.

Cabe destacar que las operaciones en este modelo no serán explicitadas, dado que se deja su elaboración para una etapa posterior, etapa de implementación, que no será tratada en el presente proyecto, donde se depurará el modelo y también se incorporarán estas operaciones. No obstante lo anterior, las estructuras y relaciones incorporadas al modelo, contempladas en este trabajo, fueron construidas con la capacidad de cumplir con los objetivos por los cuales fue concebido.

3.2.4 Fase 3: Completar Restricciones Usando Textos/OCL¹⁰

Las restricciones analizadas en el modelo conceptual, están referidas al tipo de dato y al dominio de valores de los atributos, a las dependencias de existencias de las clases y a las restricciones de cardinalidad. En el Cuadro 3.8 se observan los tipos de datos y los dominios de valores de los atributos, las demás restricciones se observan en el esquema conceptual, Anexo 5.3.

Cuadro 3.8: Clases Básicas, Atributos y Relaciones

Clase 1: Accidentes	Descripción de Clase	Accidentes ocurridos dentro de la red vial, es decir, en la línea férrea, vías de automóviles, ciclorutas y vías de peatones.			
	Nombre de la Clase	Accidentes (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Deben ser proyectados sobre el eje central de la vía			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idAcciden	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base	idArco	Entero	-	>=0
	Cantidad de accidentes	cantidad	Entero	Accidentes	>0
	Severidad del accidente	severidad	Entero	-	1..4 (Véase Anexo 5.1)
	Tipo de accidente	tipo	Entero	-	1..6 (Véase Anexo 5.1)
	Causa de accidente	causa	Entero	-	1..14 (Véase Anexo 5.1)
	Clases Relacionadas				
	Mediciones de Tránsito				
Clase 2: Ciclorutas	Descripción de Clase	Red vial para ciclistas			
	Nombre de la Clase	Cicloruta (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Deben ser proyectados sobre el eje central de la cicloruta			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de Dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoC	Entero	-	>=0
	Tipo de cicloruta	tipo	Cadena	-	Ciclobanda Ciclovia Mixta
	Materialidad de la cicloruta	material	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, etc)

¹⁰ Lenguaje de especificación de restricciones (INN, 2011a, p.21)

	Color de la cicloruta	color	Cadena	-	Especificar color
	Estado de la cicloruta	estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Periodo del día de mediciones de tránsito	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Flujo de ciclistas en ambos sentidos	flujos	Real	Peatones/hr	>=0
	Tiempo de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
	Clases Relacionadas				
Clase 3: Cruces Férreos	Redes Viales – Estacionamientos de Bicicletas				
	Descripción de Clase	Cruces a la Línea Férrea			
	Nombre de la Clase	CruceFerreio (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Deben ser proyectados sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idCruce	Entero	-	>=0
	Tipo de cruce	tipo	Cadena	-	Veh/Peat Veh Peat
	Cumple normative EFE	norma	Cadena	-	Habilitado No Habilitado
Clase 4: Estacionamientos en la vía	Clases Relacionadas				
	Inflexión Línea Férrea				
	Descripción de Clase	Estacionamientos para automóviles en las vías			
	Nombre de la Clase	EstacionaVia (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 25: Red Vial Automóvil			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoE	Entero	-	>=0
	Código identificador del elemento de la red vial de automóviles (véase Clase 25)	idArcoA	Entero	-	>=0
	Tipo de estacionamiento	tipo	Entero	-	1..5 (véase Anexo 5.1)
	Inclinación del estacionamiento, si es en batería o no	bateria	Cadena	-	Si No
	Capacidad de estacionamientos	capacidad	Entero	Estacionamientos	>=0

	Periodo del día de observación de la demanda	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Demanda promedio de estacionamientos	demanda	Entero	Estacionamientos	>=0
	Tarifa del estacionamiento	tarifa	Entero	Pesos	>=0
	Unidad mínima cobrada	unidad	Entero	Minutos	>=0
	Clases Relacionadas Red Vial Automóvil				
Clase 5: Estacionamiento Bicicleta	Descripción de Clase	Lugares para estacionamiento público de bicicletas			
	Nombre de la Clase	EstacioBici (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar sobre los centroides del área ocupada por los estacionamientos de bicicletas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idEstB	Entero	-	>=0
	Código identificador de la cicloruta (Véase Clase 2)	idArcoC	Entero	-	>=0
	Capacidad de estacionamientos	capacidad	Entero	Estacionamientos	>=0
	Demanda promedio de estacionamientos	demanda	Entero	Estacionamientos	>=0
	Imagen del tipo de estacionamiento para bicicleta	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas Cicloruta				
Clase 6: Estación Tren	Descripción de Clase	Estación de tren			
	Nombre de la Clase	EstacionTren (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar, perpendicularmente al centroide del área de cada estación, sobre el eje central de la línea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idEstacion	Entero	-	>=0
	Nombre de estación	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Demanda diaria	demanda	Entero	Personas	>0
Clase 7: Inflexión Línea Férrea	Clases Relacionadas Inflexión Línea Férrea				
	Descripción de Clase	Representa la ubicación de cambios en la línea férrea, es decir, lugares donde el tren recoge o deja a los pasajeros y la ubicación de cruces peatonales o vehiculares			
	Nombre de la Clase	CambiosLF (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Deben ser proyectados sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio

	Código identificador del objeto	idCambiosLF	Entero	-	>=0
	Tipo de cambio en la vía férrea	tipo	Cadena	-	Cruce Estación
	Clases Relacionadas				
Clase 8: Inflexión en RTP	Red Vial Tren – Cruces a Línea Férrea – Estación de Tren				
	Descripción de Clase	Representa la ubicación de cambios en la ruta de transporte público, es decir, en paraderos, terminales y puntos de retorno			
	Nombre de la Clase	CambiosTP (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Deben ser proyectados sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idCambiosTP	Entero	-	>=0
	Tipo de cambio en la ruta de transporte público	tipo	Cadena	-	Paradero Terminal Punto de retorno
	Clases Relacionadas				
Clase 9: Intersección Prioritaria	Segmento RTP entre Paraderos – Paraderos TP – Terminales o Retornos TP				
	Descripción de Clase	Intersección de vías controladas por señal de prioridad			
	Nombre de la Clase	InterPrio (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, usualmente, sobre la intersección de los ejes centrales de dos o más vías para automóviles.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPriori	Entero	-	>=0
	Tipo de prioridad	tipo	Cadena	-	Pare Ceda el paso Sin regulación No corresponde
	Imagen de la señal de prioridad de la intersección	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
Clase 10: Intersección SemafORIZADA	Clases Relacionadas				
	Intersección Vías				
	Descripción de Clase	Intersección de vías controladas por semáforo			
	Nombre de la Clase	InterSema (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, usualmente, sobre la intersección de los ejes centrales de dos o más vías de automóviles.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSemaforos	Entero	-	>=0
	Tipo de semáforo	tipo	Cadena	-	Vehicular Peatonal Apagado
	Cumple normativa UOCT	norma	Cadena	-	Si No

	Periodo del día de medición de tiempos del semáforo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Fase 1 del semáforo	fase1	Entero	Segundos	>0
	Fase 2 del semáforo	fase2	Entero	Segundos	>0
	Fase 3 del semáforo	fase3	Entero	Segundos	>0
	Fase 4 del semáforo	fase4	Entero	Segundos	>0
	Imagen de las fases del semáforo	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas				
Clase 11: Intersección Vías	Intersección Vías				
	Descripción de Clase	Intersección de vías para automóviles			
	Nombre de la Clase	InterVías (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada, usualmente, sobre la intersección de los ejes centrales de dos o más vías de automóviles.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idInter	Entero	-	>=0
	Vía 1 que intersecta la Vía 2	via1	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Vía 2 que intersecta la Vía 1	via2	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres Sin calle
	Tipo de regulación de la intersección	tipo	Cadena	-	Semaforizada Prioritaria Sin Regulación
	Clases Relacionadas				
Clase 12: Línea Férrea	Red Vial Automóvil				
	Descripción de Clase	Red vial para trenes			
	Nombre de la Clase	LineaFerreia			
	Forma Geográfica	GM_Complex: Se debe proyectar sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoT	Entero	-	>=0
	Periodo del día de la mediciones de frecuencia	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Frecuencia de trenes en ambos sentidos	frecuencia	Real	Tren/hr	>=0

	Tiempos de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>=0
	Clases Relacionadas				
	Redes Viales-Inflexión Línea Férrea				
Clase 13: Líneas TP	Descripción de Clase	Entrega antecedentes sobre cada línea de transporte público			
	Nombre de la Clase	LineasTP (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 27: Rutas Transporte Público			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Número de la línea	linea	Cadena	-	Palabras < 10 caracteres, acompañadas del prefijo L
	Empresa dueña de la línea	Empresa	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tamaño de la flota	flota	Entero	-	>0
	Edad Promedio de la flota	Edad	Decimal	-	>0
	Clases Relacionadas				
	Rutas Transporte Público				
Clase 14: Mediciones Puntuales	Descripción de Clase	Mediciones puntuales realizadas en terreno			
	Nombre de la Clase	MedPuntual (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar las mediciones sobre el eje central de las redes viales, según donde se realizó			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idMedPunto	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base (Véase Clase 24)	idArco	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de medición	tipo	Cadena	-	Tasa de ocupación Flujo vehicular
	Año de medición	ano	Entero	-	>0
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Movimiento medido	movimiento	Entero	-	>=0
	Valor de la medición realizada	valorM	Decimal	Veh/hr	>=0
	Imagen de movimientos en la intersección	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas				
	Mediciones de Tránsito (Abstracta)				
Clase 15:	Descripción de Clase	Distintos tipos de mediciones de tránsito			

Mediciones de Tránsito (Abstracta)	Nombre de la Clase	MedTransito (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Agregate: Corresponde a una BDG abstracta, que está compuesta por BDG con distintas representaciones geográficas, en este caso GM_Curve y GM_point			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Sin atributos				
	Clases Relacionadas				
	Redes Viales – Mediciones Puntuales – Segmento de Velocidad – Accidentes en Red Vial				
Clase 16: Mediciones Velocidad	Descripción de Clase	Mediciones de velocidad realizadas en terreno			
	Nombre de la Clase	MedVelo (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar las mediciones sobre el eje central de las redes viales, según donde se realizó			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoVelo	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base (Véase Clase 24)	idArco	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Año de medición	ano	Entero	-	>0
	Sentido de la vía	sentido	Entero	-	1: sentido de nodos A a B 2: sentido de nodos B a A
	Longitud del arco	longitud	Entero	metros	>0
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Velocidad del arco	velocidad	Decimal	Km/hr	>0
	Clases Relacionadas				
	Mediciones de Tránsito				
Clase 17: Modo del Viaje	Descripción de Clase	Modo utilizado en el viaje			
	Nombre de la Clase	ModoViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 38: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idModo	Entero	-	>=0
	Tipo de modo con el cual se realiza el viaje	tipo	Entero	-	1..22 (Véase Anexo 5.1)
	Clases Relacionadas				
Clase 18: Oferta de Transporte	Viajes de Zona A a Zona B				
	Descripción de Clase	Considera toda la oferta de transporte			
	Nombre de la Clase	OTransporte (UML)			

(Abstracta)	Forma Geográfica	GM_Agregate: Corresponde a una BDG abstracta, que está compuesta por BDG con distintas representaciones geográficas, en este caso GM_Surface, GM_Curve y GM_point			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Sin Atributos				
	Clases Relacionadas				
	Zonas de Transporte – Terminales Interurbanos – Redes Viales – Proyectos de Inversión – Rutas de Transporte Público				
Clase 19: Paradero de Transporte Público	Descripción de Clase	Lugar donde el transporte público recoge y deja a los pasajeros			
	Nombre de la Clase	ParaderoTP (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, perpendicular al centroide de la ubicación del paradero real			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idParaderos	Entero	-	>=0
	Tipo de paradero	tipo	Cadena	-	Tipo_TXC Tipo_TXB No corresponde
	Formalidad del paradero	formalidad	Cadena	-	Formal No Formal
	Disponibilidad de refugio peatonal	disRefugio	Cadena	-	Posee No Posee
	Estado del refugio peatonal	estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Disponibilidad de bahía	disBahia	Cadena	-	Posee No Posee
	Imagen del refugio	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas				
	Segmento RTP entre Paraderos – Nodos Peatonales				
Clase 20: Pavimento de Vías	Descripción de Clase	Pavimento en las vías para automóviles			
	Nombre de la Clase	Pavimento (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Se proyecta sobre el eje central de la calzada.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPavimento	Entero	-	>=0
	Tipo de pavimento en el tramo de vía	tipo	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, etc)
	Longitud del tramo de vía	longitud	Decimal	Metros	>0
	Medición de rugosidad IRI	iri	Decimal	m/km	>0
	Coefficiente C1, rugosidad longitudinal	c1	Entero	-	0 (no corresponde) 1..5 (Véase Anexo 5.1)

	Coeficiente C2, grietas y parches	c2	Decimal	-	0,0 (no corresponde) 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 (Véase Anexo 5.1)
	Coeficiente C3, ahuellamiento	c3	Decimal	-	0.0 (no corresponde) 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 (Véase Anexo 5.1)
	Índice de serviciabilidad del pavimento	pi	Decimal	-	>=0
	Estado del pavimento	estado	Cadena	-	Muy Malo Malo Regular Bueno Muy Bueno
	Clases Relacionadas				
	Red Vial Automóvil				
Clase 21: Periodo del Viaje	Descripción de Clase	Periodo del día en el cual se realiza el viaje			
	Nombre de la Clase	PerioViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 38: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPerio	Entero	-	>=0
	Tipo de periodo del día en el cual se realiza el viaje	tipo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Clases Relacionadas				
	Viajes				
Clase 22: Propósito del Viaje	Descripción de Clase	Propósito por el cual se realiza el viaje			
	Nombre de la Clase	PropoViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 38: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPropo	Entero	-	>=0
	Tipo de Propósito por el cual se realiza el viaje	tipo	Cadena	-	1..3 (Véase Anexo 5.1)
	Clases Relacionadas				
	Viajes				

Clase 23: Proyectos de Inversión	Descripción de Clase	Futuros proyectos o iniciativas de inversión en carpeta para ser analizados o ejecutados en un corto o mediano plazo			
	Nombre de la Clase	ProyectoInv (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Se proyecta sobre el eje del proyecto de inversión, cabe señalar que este es solo un bosquejo para definir su ubicación.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre
	Código identificador del objeto	idProyecto	Entero	-	>=0
	Descripción del proyecto	tipo	Cadena	-	Palabras < 200 caracteres
	Extensión del proyecto	longitud	Real	Kilómetros	>0
	Código del banco integrado de proyectos	bip	Cadena	-	Código < 12 Ej. 21113000-0
	Inversión privada	inversion	Real	UF	>0
	Tasa interna de retorno	tir	Decimal	%	>=0
	Valor actual neto	van	Real	UF	-
	Etapas actuales del proyecto	etapas	Cadena	-	Perfil Prefactibilidad Diseño Ejecución
	Entidad pública encargada de la etapa actual del proyecto	entidad	Cadena	-	GOB MOP MUNICIPIO SERVIU SECTRA
	Imagen del proyecto	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas				
Clase 24: Redes Viales	Oferta de Transporte (Abstracta)				
	Descripción de Clase	Redes viales para vehículos, trenes, bicicletas y peatones			
	Nombre de la Clase	RedVial (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Multicurve: Se proyecta sobre el eje central de la red vial, es decir, sobre la calzada, línea férrea, cicloruta y franjas peatonales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArco	Entero	-	>=0
	Nodo inicio del arco en el modelo	nodoA	Entero	-	>0
	Nodo final del arco en el modelo	nodoB	Entero	-	>0
	Tipo de vía	tipo	Cadena	-	Calzada Línea férrea Cicloruta Franja peatonal
	Largo de la vía	largo	Entero	Metros	>0
	Ancho de la vía (considerando bandejón central)	ancho	Entero	Metros	>0
	Clases Relacionadas				
	Red Vial Automóvil – Red Vial Peatón – Línea Férrea – Cicloruta – Señales Verticales				
Clase 25: Red Vial Automóvil	Descripción de Clase	Red vial común para vehículos motorizados			
	Nombre de la Clase	RedAuto (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Complex: Se proyecta sobre el eje central de la calzada			

	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoA	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Sentido de la vía	sentido	Entero	-	1: sentido de nodos A a B 2: sentido de nodos B a A
	Tipo de vía	tipo	Cadena	-	Mixta Solo Bus Corredor
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Velocidad promedio de la vía	velocidad	Decimal	Km/hr	>0
	Tiempo de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
	Capacidad de la vía	capacidad	Entero	Veq/hr	>=0
	Flujo de saturación de la vía	flujoSat	Entero	Veq/hr	>0
	Flujo de automóviles particulares	flujoAuto	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxis	flujoTx	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxicolectivos	flujoTxc	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxibuses	flujoTxb	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de buses interurbanos	flujoBui	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de minibuses	flujoMbu	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de bicicletas	flujoBici	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo Totales en vehículos por hora	flujoTVeh	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo Totales en vehículos equivalentes por hora	flujoTVEq	Decimal	Veq/hr	>=0
	Clases Relacionadas				
	Redes Viales – Pavimento – Red Vial PRC – Estacionamiento – Intersección de Vías – Segmento de Ruta				
Clase 26: Red Vial Peatón	Descripción de Clase	Red vial para peatones, estas deben estar conectadas a los paraderos y estaciones de trenes mediante algún arco			
	Nombre de la Clase	RedPeaton (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Se proyecta sobre el eje central de la franja peatonal			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoP	Entero	-	>=0

	Tipo de facilidad peatonal	tipo	Cadena	-	Vereda Cruce Pasarela Inexistente
	Materialidad de la facilidad peatonal	material	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, tierra etc)
	Estado de la franja peatonal	estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Periodo del día de la mediciones de frecuencia	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Flujos peatonales en ambos sentidos	flujos	Entero	Peatones/hr	>=0
	Tiempos de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
	Clases Relacionadas				
	Redes Viales – Nodos Peatonales				
Clase 27: Red Vial del PRC	Descripción de Clase	Red vial proyectada por el plan regulador comunal			
	Nombre de la Clase	RedVialPRC (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Se proyecta sobre el eje central de la calzada, a menos que la vía no exista, en este caso se realiza una aproximación a lo que define el plan regulador, no obstante debe tener coherencia con el resto de la red.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de Dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoPRC	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de vía proyectada o existente	tipo	Cadena	-	Proyectada: P Existente: E
	Jerarquía de la vía	jerarquia	Cadena	-	Local Servicio Colectora Troncal Expresa
	Ancho entre líneas oficiales	ancho	Decimal	Metros	>0
	Clases Relacionadas				
Red Vial Automóvil					
Clase 28: Rutas Transporte Público	Descripción de Clase	Rutas de transporte público, taxibuses y taxicolectivos			
	Nombre de la Clase	RutasTP (UML)			
	Forma Geográfica	GM_CompositeCurve: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada de desplazamiento.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idRuta	Entero	-	>=0
	Tipo de línea	tipo	Cadena	-	TXC: taxicolectivo TXB: taxibus

	Número de la línea	linea	Cadena	-	Palabras < 10 caracteres, acompañadas del prefijo L
	Itinerario de la línea	itinerario	Cadena	-	Ida Retorno
	Periodo del día de mediciones de tránsito	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Frecuencia de la línea	frecuencia	Entero	Veh/hr	>0
	Tarifa de la línea	tarifa	Entero	Pesos	>0
	Clases Relacionadas				
	Oferta de Transporte (Abstracta) – Segmento RTP entre Paraderos – Terminales de Transporte Público o Retornos				
Clase 29: Segmento RTP por Nombre	Descripción de Clase	Segmentos de ruta de transporte público entre vías con nombre distintos			
	Nombre de la Clase	RTPNombre (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Curve: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada de desplazamiento.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSegmento2	Entero	-	>=0
	Código identificador de la red vial del automóvil (Véase Clase 25)	idArcoA	Entero	-	>=0
	Longitud del segmento	longitud	Entero	Metros	>0
	Nombre de calle del segmento	nombreCalle	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tiempo de viaje promedio en atravesar el segmento	tViaje	Decimal	Segundos	>=0
	Clases Relacionadas				
Clase 30: Segmento RTP entre Paraderos	Red Vial Automóvil – Segmento RTP entre Paraderos				
	Descripción de Clase	Segmentos de ruta de transporte público entre paraderos			
	Nombre de la Clase	RTPParada (UML)			
	Forma Geográfica	GM_CompositeCurve: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada de desplazamiento.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSegmento1	Entero	-	>=0
	Longitud del segmento	longitud	Entero	Metros	>0
	Tiempo de viaje promedio en atravesar el segmento	tViaje	Decimal	Segundos	>=0
Clase 31: Señales Verticales	Clases Relacionadas				
	Rutas Transporte Público – Paraderos de TP – Segmento RTP por Nombre				
	Descripción de Clase	Señalizaciones Verticales dentro de la red vial, es decir, en la línea férrea, vías de automóviles, ciclorutas y vías de peatones.			
	Nombre de la Clase	SenaVert (UML)			

	Forma Geográfica	GM_Point: Se deben proyectar en la misma ubicación de las señales reales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSenaVert	Entero	-	>=0
	Tipo de señal según manual de señalización de tránsito (capítulo 2)	tipo	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Código del tipo de señal según manual de señalización de tránsito (capítulo 2)	codigo	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Función de señalética	funcion	Cadena	-	Reglamentaria Advertencia Informativa
	Cumple normativa	normativa	Cadena	-	Si No
	Imagen de señalética	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
	Clases Relacionadas				
	Redes Viales				
Clase 32: Terminales Aéreos	Descripción de Clase	Terminales aéreos, es decir, aeropuertos			
	Nombre de la Clase	TermAereo (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Surface: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermA	Entero	-	>=0
	Clases Relacionadas				
Clase 33: Terminales Interurbanos	Terminales Interurbanos				
	Descripción de Clase	Terminales interurbanos dentro de la ciudad			
	Nombre de la Clase	TerminalInter (UML)			
	Forma Geográfica	GM_MultiSurface: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermInt	Entero	-	>=0
	Tipo de terminal	tipo	Entero	-	Terrestre Portuario Aéreo
	Nombre	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Comuna de ubicación del terminal	comuna	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Dirección de ubicación del Terminal	direccion	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
Clase 34: Terminales Portuarios	Clases Relacionadas				
	Terminales Aéreos-Terminales Terrestres-Terminales Marítimos				
	Descripción de Clase	Terminales portuarios, es decir, lugar de desembarque de barcos			
Clase 34: Terminales Portuarios	Nombre de la Clase	TermPort (UML)			

	Forma Geográfica	GM_Surface: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermPo	Entero	-	>=0
	Clases Relacionadas				
	Terminales Interurbanos				
Clase 35: Terminales o Retornos del Transporte Público	Descripción	Terminales o lugares de retorno al terminal de origen para cada línea de transporte público			
	Nombre	TermRetTP (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Point: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada, en el caso de ser un terminal, se proyecta sobre el eje central de la calzada perpendicular al centroide de la ubicación del terminal			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTerminal	Entero	-	>=0
	Tipo	tipo	Cadena	-	Term_TXC Term_TXB Retorno
	Comuna de ubicación del tipo	comuna	Cadena	-	Palabras < 15 caracteres
	Dirección de ubicación del tipo	direccion	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres o indicar que "No tiene"
	Capacidad máxima en el terminal	capacidad	Entero	Vehículos	>=0
	Clases Relacionadas				
Clase 36: Terminales Terrestres	Rutas Transporte Público				
	Descripción de Clase	Terminales terrestres, es decir, los terminales de buses interurbanos			
	Nombre de la Clase	TermTerre (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Surface: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermTe	Entero	-	>=0
Clase 37: Usuario del Viaje	Clases Relacionadas				
	Terminales Interurbanos				
	Descripción de Clase	Tipo de usuario que realiza el viaje			
	Nombre de la Clase	UsuarioViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 38: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idUsuario	Entero	-	>=0
	Tipo de usuario que realiza el viaje	tipo	Cadena	-	1..3 (Véase anexo 5.1)
Clase 38: Viajes	Clases Relacionadas				
	Viajes de Zona A a Zona B				
	Descripción de Clase	Viajes generados de una zona A a una zona B			
	Nombre de la Clase	Viajes (UML)			

	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la Clase 40: Zonas de Transporte			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idViajes	Entero	-	>=0
	Código identificador del periodo del día del viaje (Véase Clase 21)	idPeriodo	Entero	-	>=0
	Código identificador del tipo de usuario que realiza el viaje (Véase Clase 37)	idUsuario	Entero	-	>=0
	Código identificador del propósito del viaje (Véase Clase 22)	idPropo	Entero	-	>=0
	Código identificador del modo utilizado para el viaje (Véase Clase 17)	idModo	Entero	-	>=0
	Zona de origen del viaje	zonaOrigen	Entero	-	>0
	Zona de destino del viaje	zonaDest	Entero	-	>0
	Cantidad de viajes	cantViajes	Entero	-	>=0
	Tiempo de viaje promedio de los viajes	tViaje	Decimal	Minutos	>0
	Clases Relacionadas				
	Zonas de Transporte – Periodo del Viaje – Usuario del Viaje - Propósito del Viaje – Modo del Viaje				
Clase 39: Zonas de Estacionamiento	Descripción	Zonas de estacionamientos tanto públicos como privados			
	Nombre	ZonaEstaciona (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Surface: Se deben proyectar por el contorno de las zonas de estacionamientos			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idZonaEst	Entero	-	>=0
	Capacidad del estacionamiento	capacidad	Entero	Estacionamientos	>0
	Tipo de estacionamiento	tipo	Cadena	-	Subterráneo Superficial
	Acceso al estacionamiento	acceso	Cadena	-	Público Privado
	Periodo de medición de la demanda	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Demanda del estacionamiento en el periodo	demanda	Entero	Estacionamientos	>0
	Costo del estacionamiento	costo	Entero	Pesos	>=0

Clase 40: Zonas de Transporte	Unidad mínima cobrada	unidad	Entero	Minutos	>=0
	Clases Relacionadas				
	Oferta de Transporte (Abstracta)				
	Descripción de Clase	Zonas homogéneas en cuanto a sus características de generación y atracción de viajes, usualmente se definen en un STU de la ciudad			
	Nombre de la Clase	ZonaTransporte (UML)			
	Forma Geográfica	GM_Surface: Se deben proyectar por el contorno de las zonas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idZona	Entero	-	>=0
	Área de la zona	area	Decimal	Km ²	>0
	Nombre definido para la macrozona, están conformadas por un grupo de zonas	macrozona	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres Ej: Norte, Sur
	Número identificador de la zona tras realizar una zonificación de la ciudad	zona	Entero	-	>0
	Población en la zona	poblacion	Entero	Personas	>=0
	Clases Relacionadas				
	Viajes – Oferta de Transporte (Abstracta)				

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5 Fase 4: Armonización de Definiciones de Modelos

El modelo creado puede ser visto como la integración de distintos submodelos o esquemas de aplicación, que pueden ser tratados en forma paralela e independiente, también asociándose a esquemas estándar de la familia de normas ISO 19100, por ejemplo: esquemas de metadatos, esquema espacial, etc. Ello se realiza para facilitar el mejor entendimiento y documentación de las clases, las relaciones entre ellas y los atributos. De esta forma se eliminan las redundancias o conflictos y las ambigüedades. El modelo de integración se muestra en el Anexo 5.3.

3.2.6 Esquema Conceptual del Sistema de Transporte

Luego de definir todos los elementos componentes del modelo, se construye el llamado esquema conceptual, que sintetiza todas las fases de modelado detalladas anteriormente.

El esquema conceptual del sistema se muestra en el Anexo 5.3, sin embargo en este apartado, se detalla cada esquema de aplicación o submodelo componente de él, ello con el fin de evidenciar que estos esquemas pueden ser operativos por si solos, por lo tanto tienen la posibilidad de utilizarlos y relacionarlos con modelos externos. Cabe destacar que la sinergia de estos submodelos se observa en el esquema de integración (Véase Anexo 5.3).

Los esquemas de aplicación se describen en el Cuadro 3.9 y se observan en las Figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15.

Cuadro 3.9: Esquemas de Aplicación Componentes del Sistema de Transporte

Esquemas de aplicación	Descripción
Sistema de Transporte (Véase Anexo 5.3)	Representa el esquema de aplicación del sistema de transporte y muestra como se integra la información de la demanda y la oferta de transporte dentro de una cartografía base. Junto con ello, indica que la oferta de transporte, a su vez, está contenida dentro de la demanda caracterizada por la BDG Zonas de Transporte, geoméricamente representada por superficies. También cumple con el objetivo de definir el sistema de referencia de todo el sistema.
Demanda de Transporte	Representa el esquema de aplicación de la demanda de transporte y muestra como la BDG Zonas de Transporte, geoméricamente representada por superficies unidas por sus contornos, se relaciona mediante una asociación con la

Esquemas de aplicación	Descripción
	base de datos Viajes, no geográfica, ésta a su vez con otras bases de datos, con el objetivo de caracterizar los viajes entre zonas de transporte.
Oferta de Transporte	Representa el esquema de aplicación de la oferta de transporte y muestra como la BDG Oferta de Transporte, ficticia, es una generalización de cinco BDG, que son: Redes Viales, Terminales Interurbanos, Proyectos de Inversión, Zonas de Estacionamiento y Rutas de Transporte Público, geométricamente representadas por: líneas, puntos, líneas y líneas, respectivamente.
Redes Viales	Representa el esquema de las redes viales de todos los modos de la ciudad y muestra como la BDG Redes Viales, geométricamente representada por multilíneas, es una generalización de cuatro BDG, que son: Red Vial Automóvil, Red Vial Peatón, Línea Férrea y Cicloruta, todas geométricamente representadas por líneas.
Terminales Interurbanos	Representa el esquema de aplicación de los terminales interurbanos de la ciudad y muestra como la BDG Terminales Interurbanos, geométricamente representada por multisuperficies, es una generalización de tres BDG, que son: Terminales Terrestres, Terminales Aéreos y Terminales Portuarios, todas geométricamente representadas por superficies. Este esquema sólo entrega información sobre la ubicación de distintos tipos terminales interurbanos, dejando abierta una futura proposición de atributos para él.
Proyectos de Inversión	Representa el esquema de aplicación de los proyectos de inversión futuros en la ciudad y muestra una caracterización de los proyectos mediante la BDG Proyectos de Inversión, geométricamente representada por líneas.
Transporte Público	Representa el esquema de aplicación del transporte público y muestra el comportamiento de las rutas de transporte público, mediante la BDG Rutas Transporte Público,

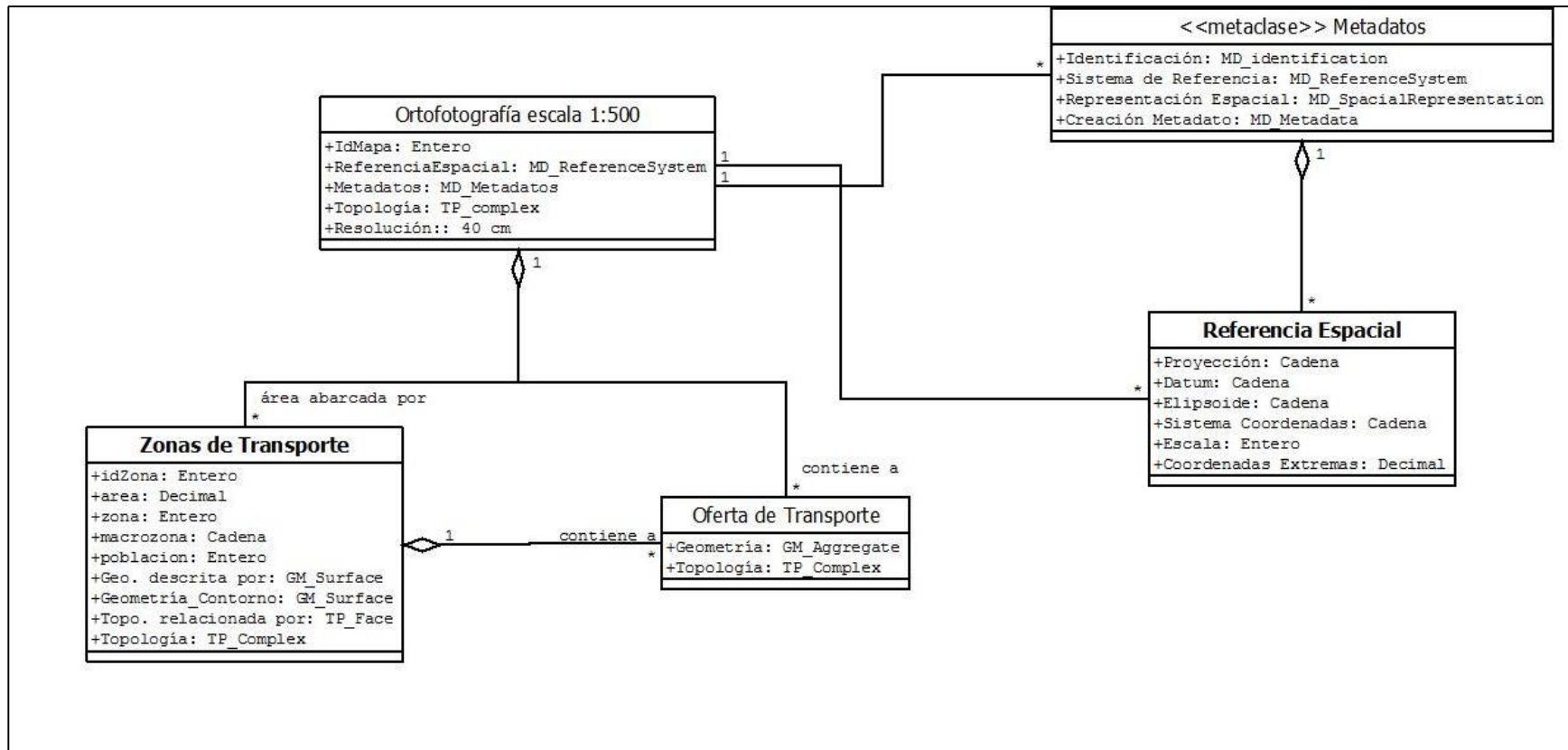
Esquemas de aplicación	Descripción
	geométricamente representadas por líneas. El esquema indica que el trazado de la ruta empieza y finaliza en un terminal, o en su defecto, en un punto de retorno hacia el terminal de origen. Además indica una caracterización de dichos terminales o punto de retorno, geométricamente representados por puntos. Por otro lado, el esquema también indica las características operativas del trazado entre los distintos paraderos por los que pasa, también entre las distintas vías que recorre la ruta. Junto a ello, también permite describir dichos paraderos, mediante la BDG Paraderos de TP, geométricamente representados por puntos.
Zonas de Estacionamiento	Representa el esquema de aplicación de las zonas de estacionamiento y cumple el objetivo de caracterizar las áreas de estacionamientos públicos, superficiales y subterráneos, mediante la BDG Zonas de Estacionamiento, geométricamente representadas por superficies.
Mediciones de Tránsito	Representa el esquema de aplicación de las mediciones de tránsito y muestra como esta BDG, ficticia, es una generalización de tres BDG, que son: Mediciones Puntuales, Segmento de Velocidad y Accidentes, geométricamente representadas por: puntos, líneas y puntos, respectivamente.
Señales Verticales	Representa el esquema de aplicación de las señales verticales y cumple el objetivo de caracterizar las señales de tránsito instaladas sobre las redes viales, mediante la BDG Señales Verticales, geométricamente representadas por puntos.
Red Vial Automóvil	Representa el esquema de aplicación de las redes viales para automóviles en la ciudad y las caracteriza, física y operativamente, mediante la BDG Red Vial Automóvil, geométricamente representada por líneas, además se

Esquemas de aplicación	Descripción
	relaciona mediante una asociación con la base de datos, no geográfica, Estacionamiento Automóvil, caracterizando los estacionamientos en la vía. Por otro lado, presenta una descomposición de la BDG Red Vial Automóvil, a medida que cambian las características del pavimento, generando la BDG Pavimento de Vías. Junto a lo anterior, indica que cada tramo de vía empieza y termina en una intersección, caracterizando dichas intersecciones mediante la BDG Intersección de Vías, geométricamente representadas por puntos.
Red Vial Peatón	Representa el esquema de aplicación de las redes viales para peatones en la ciudad y las caracteriza, física y operativamente, mediante la BDG Red Vial Peatón, geométricamente representada por líneas.
Red Vial Tren	Representa el esquema de aplicación de las redes viales para trenes en la ciudad y las caracteriza, física y operativamente, mediante la BDG Línea Férrea, geométricamente representada por líneas. El esquema indica que cada tramo de vía empieza y termina en una estación de trenes o en un cruce a la línea (vehicular o peatonal), caracterizando dichos puntos de inflexión en la línea férrea, mediante las BDG Cruces Línea Férrea y Estaciones de Tren, geométricamente representadas por puntos.
Red de Ciclorutas	Representa el esquema de aplicación de las redes de ciclorutas en la ciudad y las caracteriza, física y operativamente, mediante la BDG Ciclorutas, geométricamente representada por líneas, además se relaciona mediante una asociación con la BDG Estacionamientos Bicicleta, geométricamente representada por puntos, caracterizando los estacionamientos para bicicletas.

Esquemas de aplicación	Descripción
Estacionamiento para Bicicletas	Representa el esquema de aplicación de los estacionamientos para bicicletas y cumple el objetivo de caracterizar las estructuras públicas de estacionamiento de bicicletas, mediante la BDG Estacionamiento para Bicicletas, geométricamente representadas por puntos.
Red Vial Plan Regulador Comunal	Representa el esquema de aplicación de la red vial definida en el plan regulador de la ciudad y la caracteriza, de acuerdo a lo que indica este instrumento de planificación comunal, mediante la BDG Red Vial PRC, geométricamente representada por líneas.

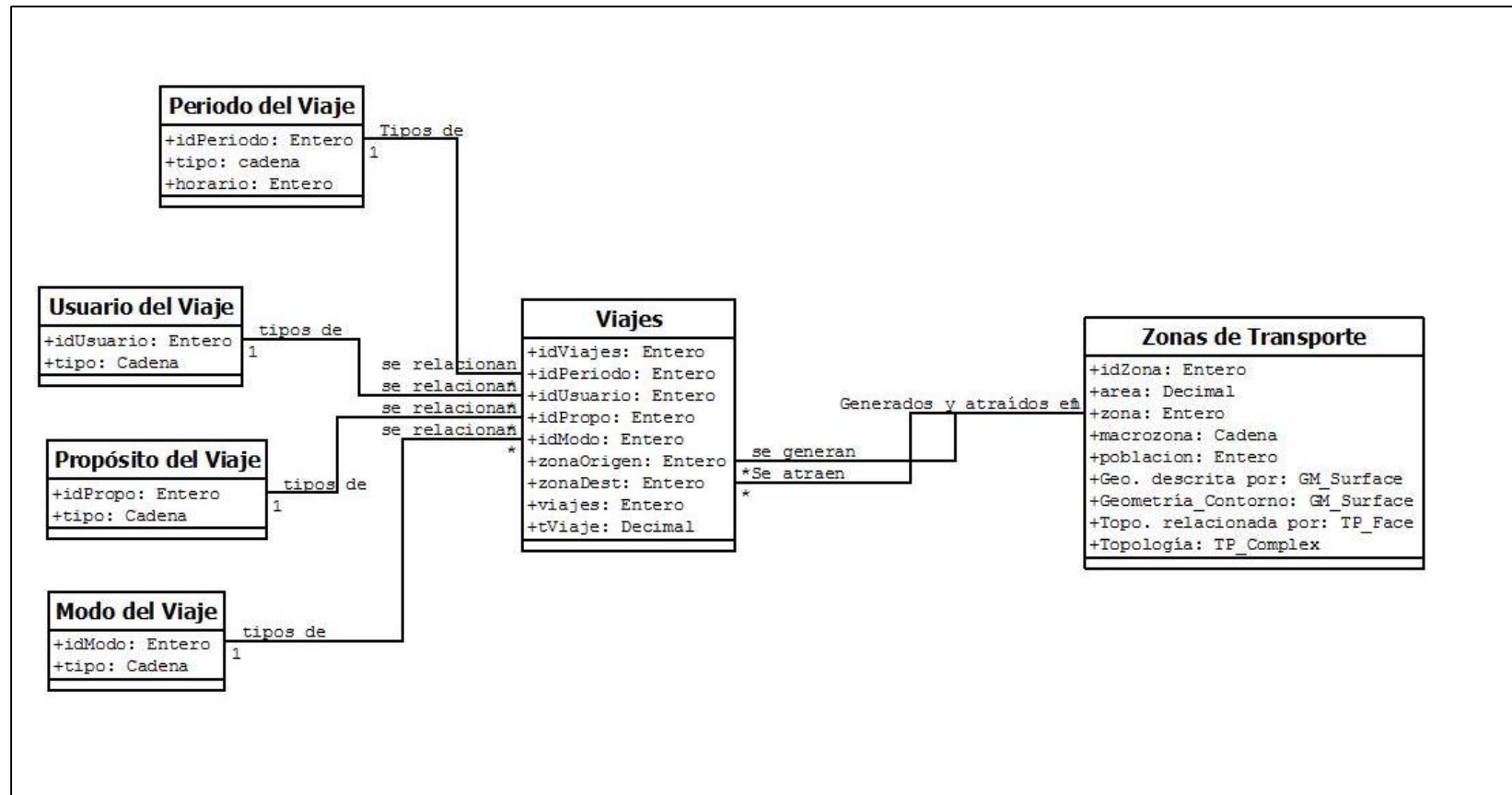
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.7: Esquema de Aplicación Información del Sistema de Transporte



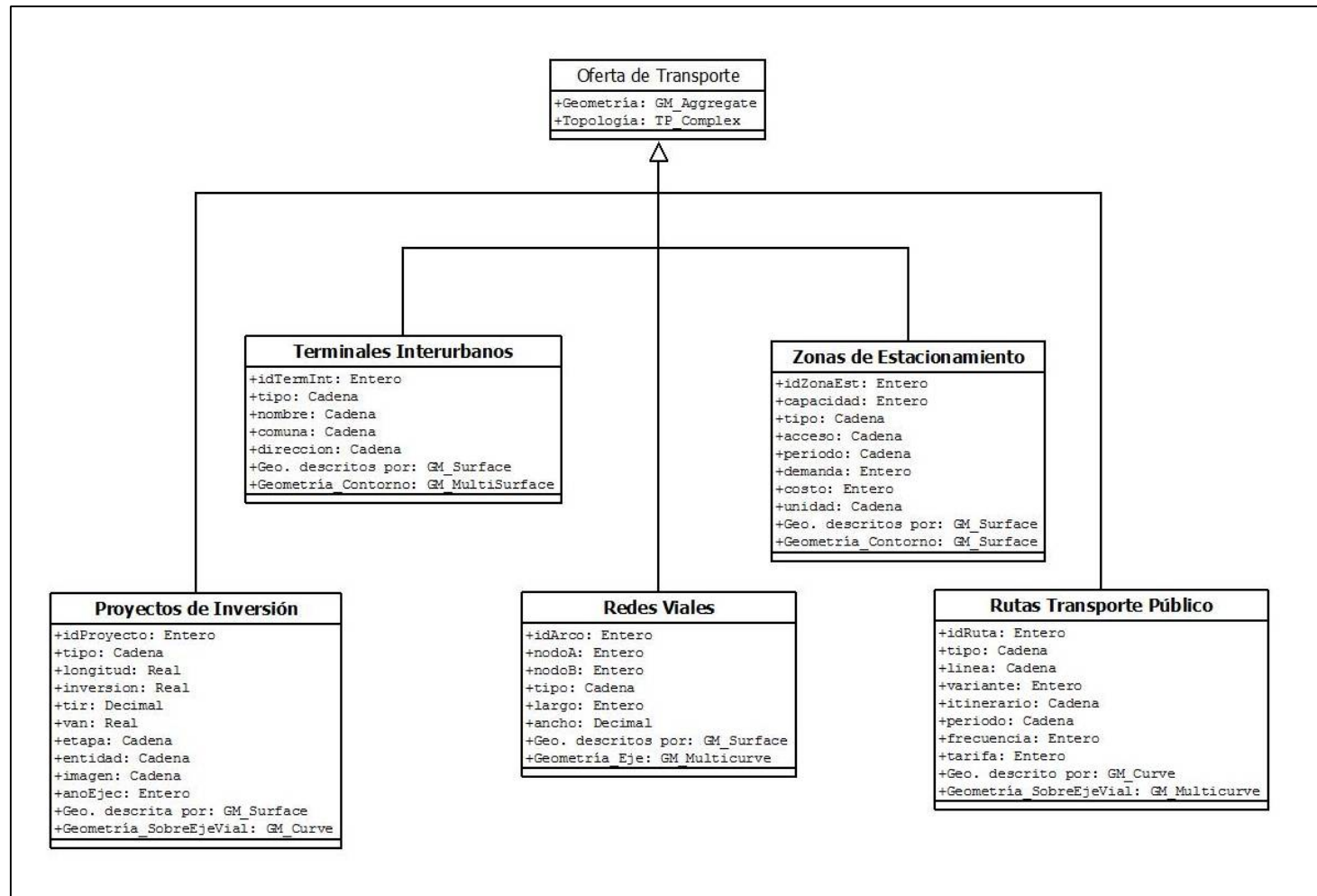
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.8: Esquema de Aplicación Demanda de Transporte



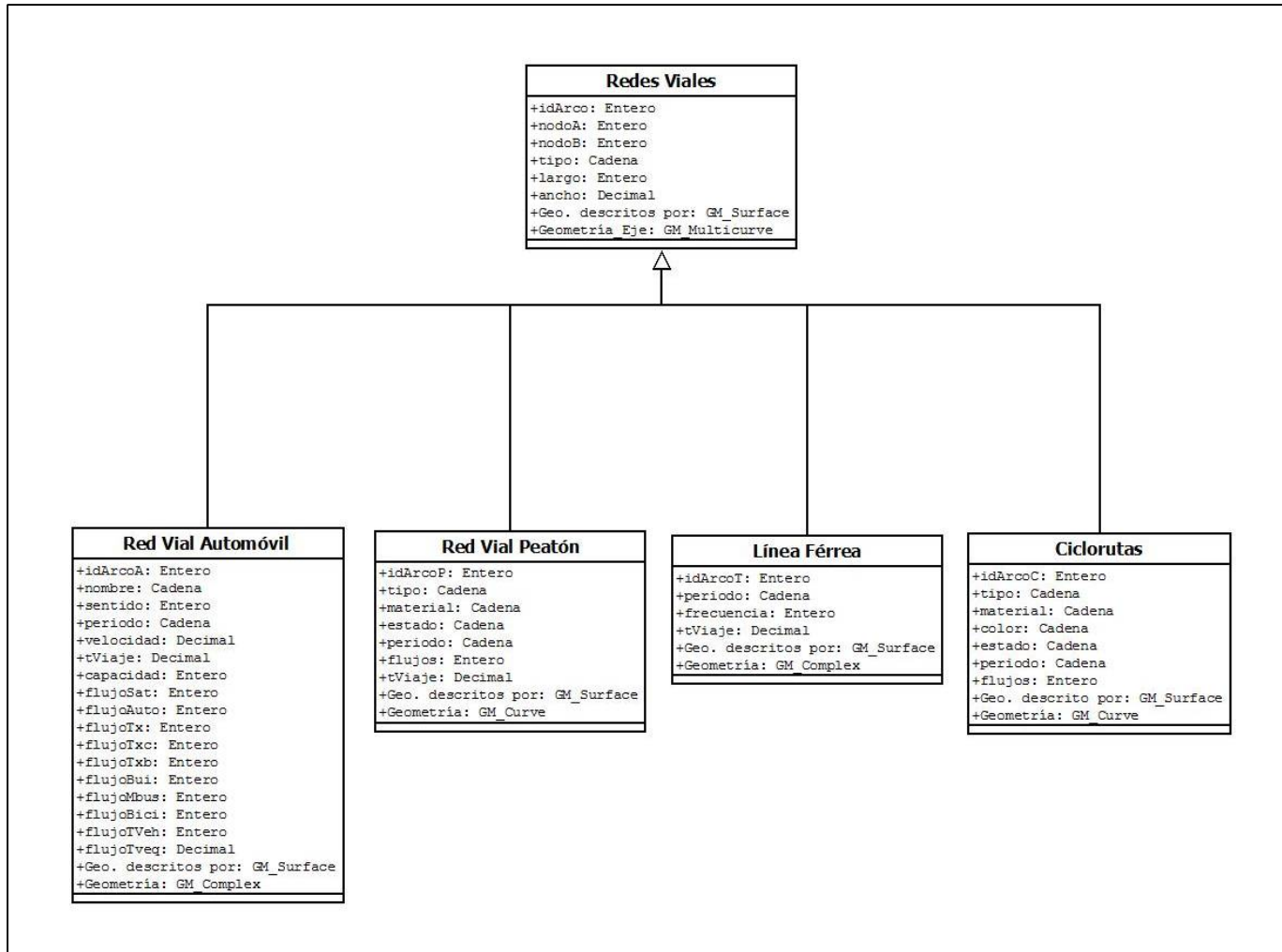
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.9: Esquema de Aplicación Oferta de Transporte



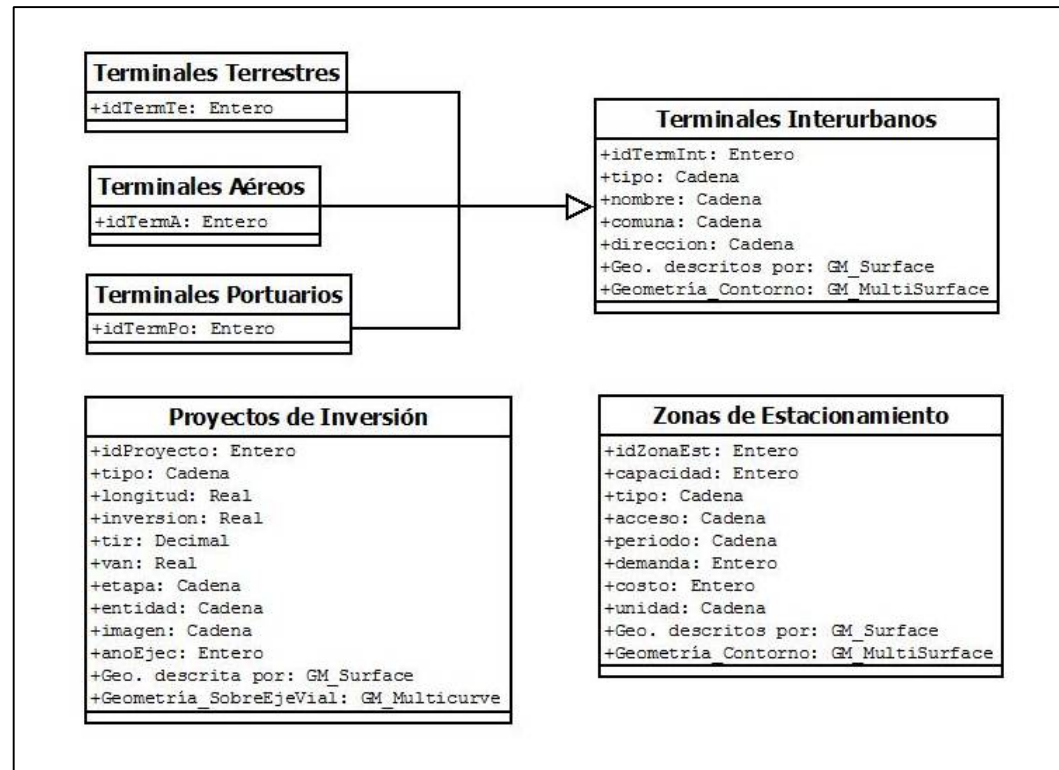
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.10: Esquema de Aplicación Redes Viales



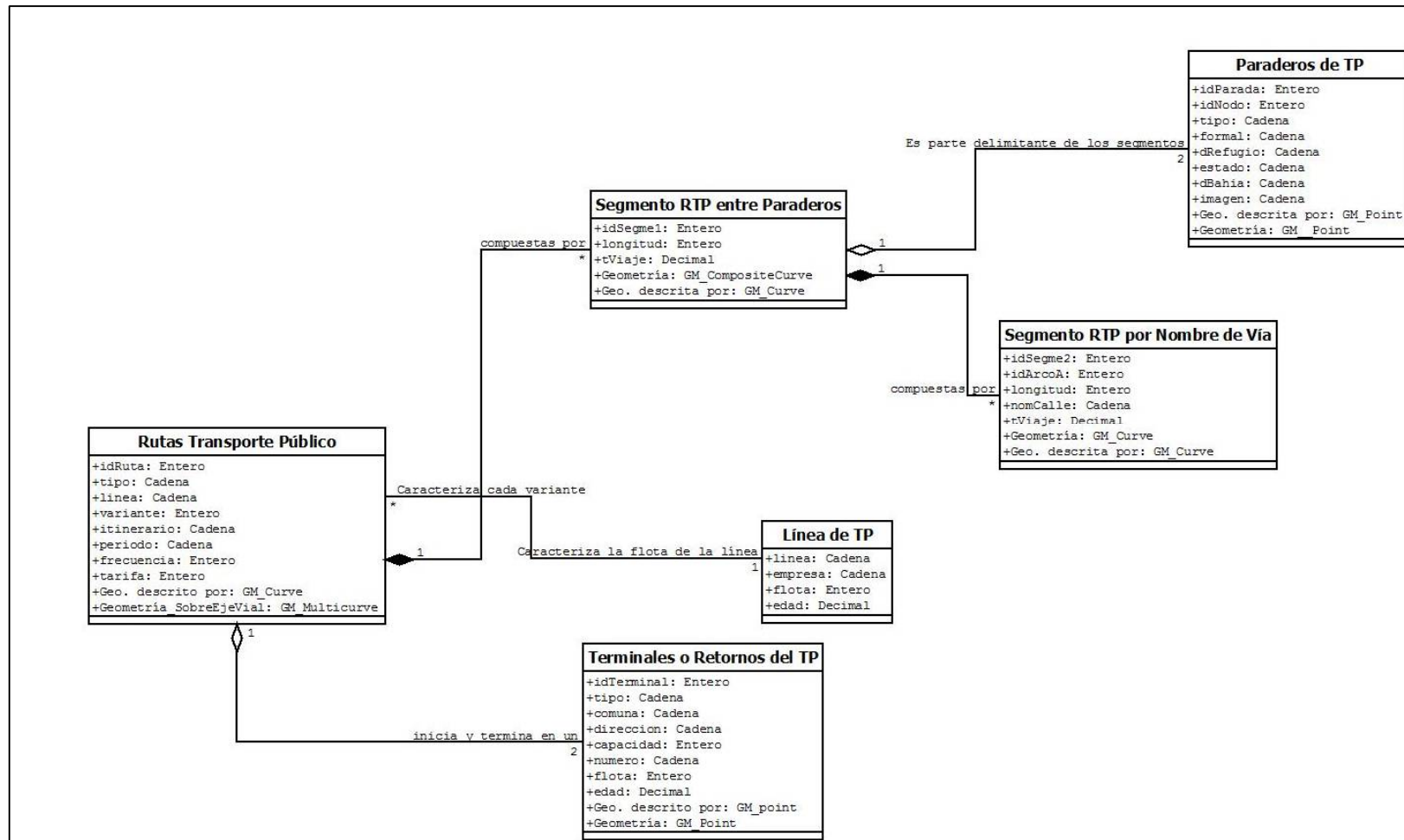
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.11: Esquemas de Aplicación Terminales Interurbanos, Zonas de Estacionamiento y Proyectos de Inversión



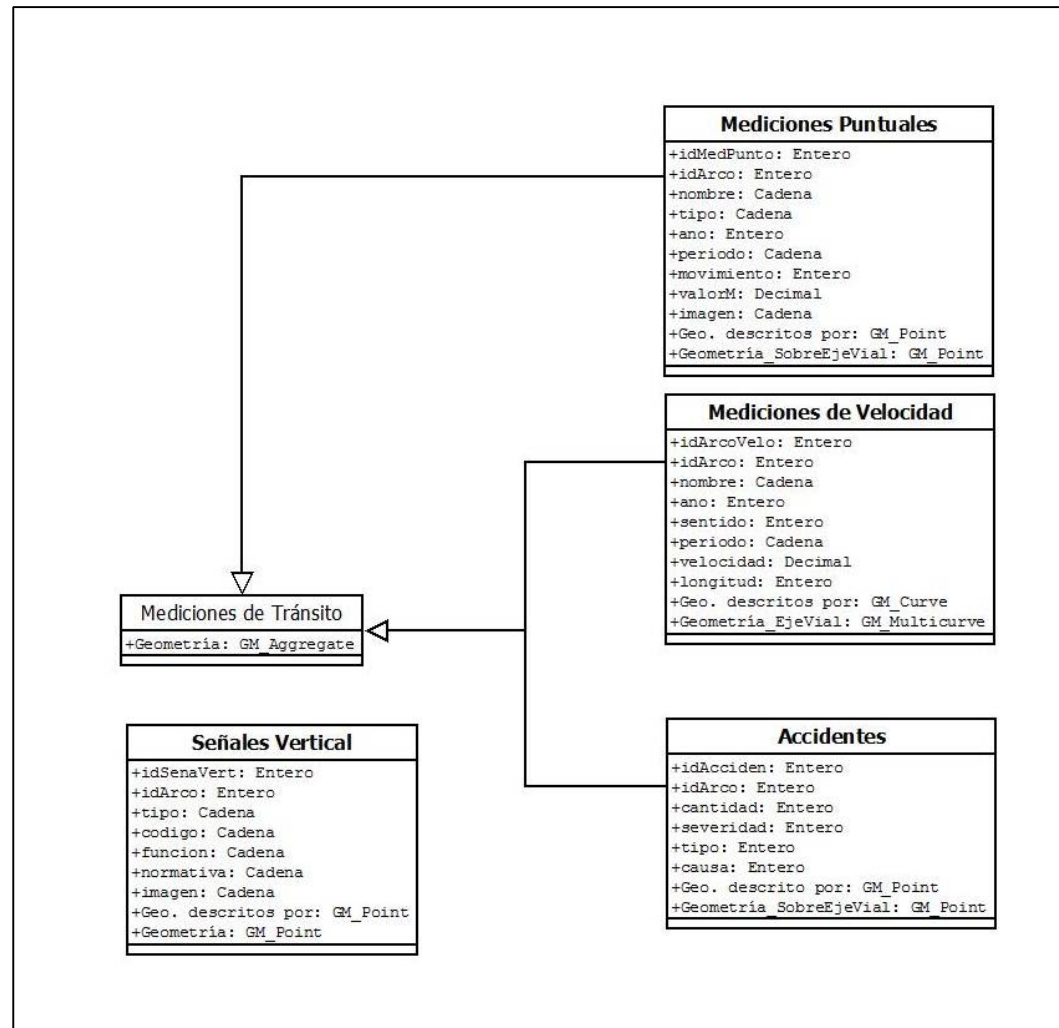
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.12: Esquema de Aplicación Transporte Público



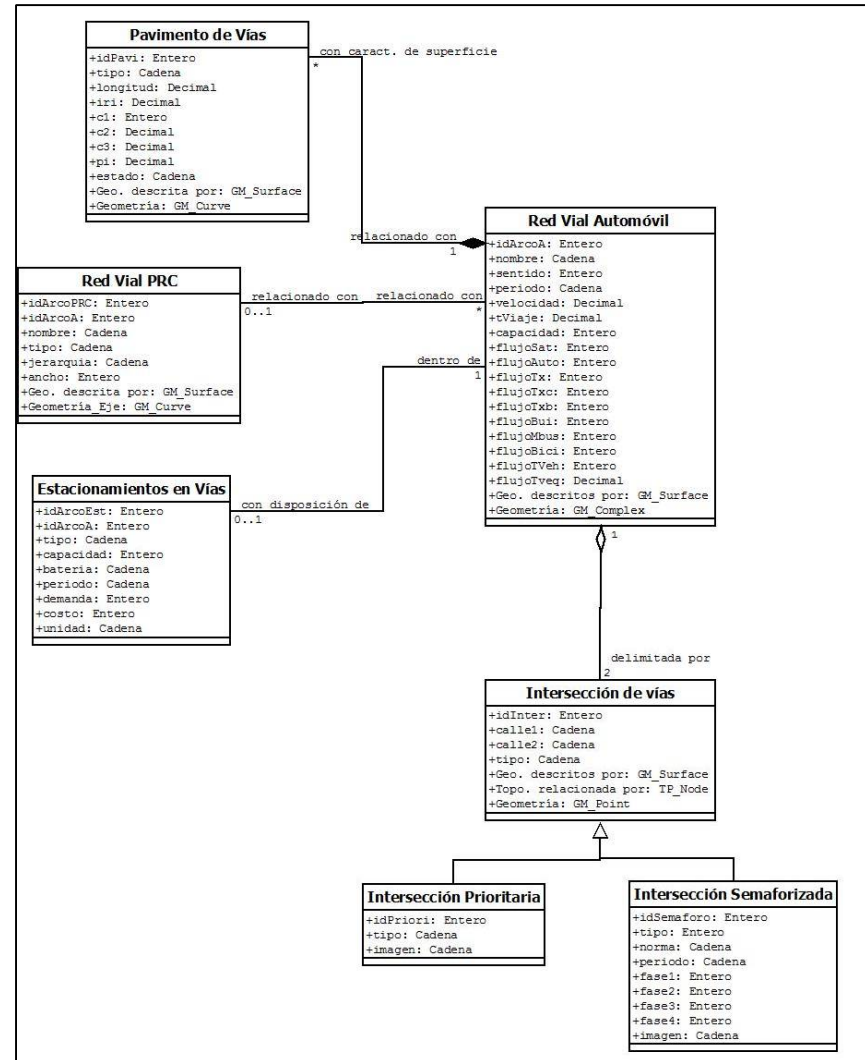
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.13: Esquemas de Aplicación Mediciones de Tránsito y Señales Verticales



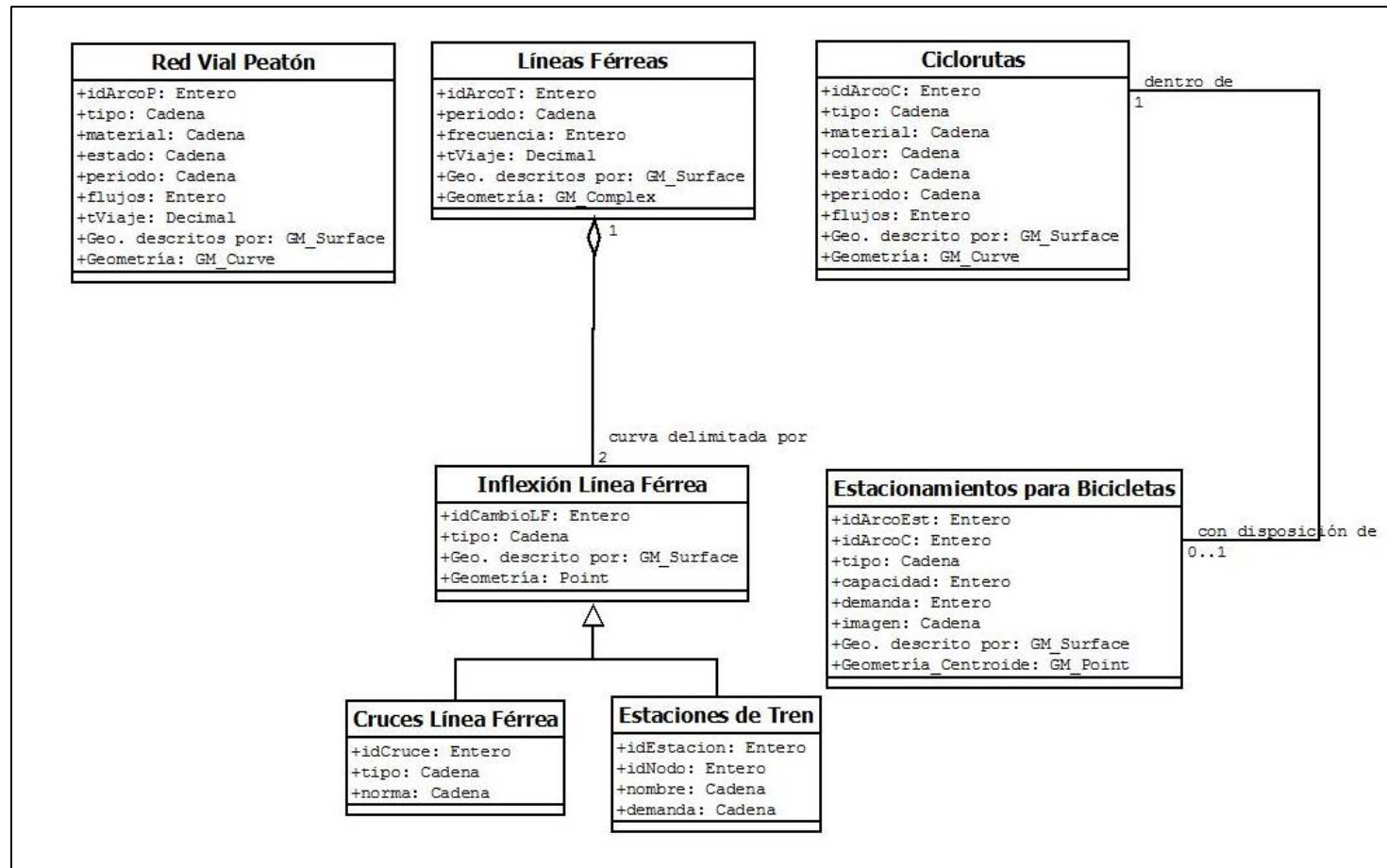
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.14: Esquemas de Aplicación Red Vial Automóvil y Red Vial PRC



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.15: Esquemas de Aplicación Red Vial Peatón, Línea Férrea, Ciclorutas y Estacionamientos para Bicicletas



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7 Discusión sobre el Modelo

El modelo creado fue desarrollado siguiendo los lineamientos de los objetivos planteados en el apartado 3.2.1 y la metodología de modelación establecida en la norma NCh ISO 19103 (INN, 2011a). Sus principales características son:

- El modelo tiene la capacidad de describir el comportamiento del sistema de transporte, en los siguientes ámbitos:
 - o Gestión de Tránsito: Mediante los esquemas de aplicación; Red Vial Automóvil y Señaletica Vertical, se entrega al usuario información sobre cómo se regula el tránsito en las vías.
 - o Infraestructura Vial: Mediante los esquemas de aplicación; Redes Viales, Terminales Interurbanos y Proyectos de Inversión, se entrega al usuario información, tanto física como operativa, sobre toda la infraestructura vial que sustenta los viajes en la ciudad.
 - o Transporte privado: Mediante el esquema de aplicación Red Vial Automóvil, se entrega al usuario información sobre las características operativas del transporte privado, tanto vehículos livianos como camiones.
 - o Transporte público: Mediante el esquema de aplicación Transporte Público, se entrega al usuario información sobre las características operativas del transporte público, indicando rutas de transporte público, frecuencias de paso, ubicación y operación de paraderos de transporte público.
 - o Transporte de carga: Mediante el esquema de aplicación Red vial Automóvil, se entrega al usuario información sobre la carga de flujo de vehículos pesados sobre las vías.
 - o Transporte de modos no motorizados: Mediante los esquemas de aplicación; Red Vial Peatón y Cicloruta, se entrega al usuario información, tanto física como operativa, sobre las vías de ciclistas y peatones.

- El modelo tiene la capacidad de funcionar como herramienta de planificación y gestión urbana, ya que contiene los elementos necesarios para calcular distintos tipos de indicadores de sostenibilidad urbana en el ámbito de la movilidad, accesibilidad y espacio urbano.
- El modelo incorporó las clases y muchos de los atributos que hoy en día generan las instituciones públicas, por ende las instituciones se incluirán como generadores de información y usuarios de ella. Además de ello, se construye un modelo dinámico, con la capacidad de seguir poblando sus bases de datos y también estableciendo nuevas relaciones. Lo importante es que el modelo es amigable y susceptible de ser actualizado.
- El modelo utiliza una cartografía base a escala de 1:500, lo que posibilita ubicar geográficamente elementos que sólo puede ser digitalizados a escalas mayores, como veredas, paraderos y estacionamientos.
- El modelo permite interrelacionar coherentemente distintos elementos del sistema, representando su interacción real.
- El modelo incorpora en toda la infraestructura vial que sustenta los viajes, las principales variables que resisten el desplazamiento, es decir, la distancia recorrida y el tiempo de viaje, que permitirán realizar análisis de redes.

3.3 Diseño de un Protocolo para la Generación de Información del Sistema de Transporte

El diseño del protocolo fue enfocado para los generadores de información asociada al sistema de transporte, es decir, para la construcción de BDG del sistema, para ello se recurrió al apartado 3.1.7, Discusión del Diagnóstico, a las normativas de la información territorial, conjunto de normas ISO 19100, en particular NCh ISO 19103, NCh ISO 19115, ISO 19109 y ISO 19107, y a las clases y atributos relevantes recomendados en el apartado 3.2, Construcción del Modelo de Datos Geográficos del Sistema de Transporte.

Este protocolo se divide en las siguientes etapas:

- Etapa 1: Definición del Sistema de Referencia
- Etapa 2: Definición de la Cartografía Base
- Etapa 3: Reglas de Congruencia Formal
- Etapa 4: Representación del Sistema de Transporte mediante BDG
- Etapa 5: Construcción de los Metadatos de una BDGT

3.3.1 Definición del Sistema de Referencia

El sistema de referencia a utilizar en Chile para toda base de datos geográficos bidimensionales será el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS (WGS84), que se describe como sigue:

- Coordenadas Cartesianas: SIRGAS ITRF 2000.
- Coordenadas Geográficas: Parámetros elipsoidales GRS80.
- Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM).
- Husos 12, 18 y 19, según corresponda dentro Chile.

3.3.2 Definición de la Cartografía Base

Todo elemento espacial del sistema de transporte urbano que quiera representarse mediante una BDG, debe hacerlo utilizando como referencia una Ortofotografía única de alta resolución que permita digitalizar elementos, al menos, a una escala de 1:500. Esta Ortofotografía debe consensuarse entre los distintos organismos generadores y debe estar georreferenciada de acuerdo a lo estipulado en el apartado 3.3.1. Dado lo anterior, parece lógico utilizar la cartografía utilizada en la infraestructura de datos creada en Chile, es decir, la IDE Chile.

3.3.3 Aplicación de Reglas de Congruencia Formal

Se establecen las siguientes reglas de formalidad para la construcción de cualquier BDGT:

- Mantener los nombres tan cortos como sea práctico. Usar abreviaciones normalizadas si son comprensibles, evitar las preposiciones y eliminar verbos cuando no son importantes para el significado del nombre (INN, 2011a, p.37).
- Un nombre de BDG no debe contener espacios. Las palabras separadas en un nombre deben estar ligadas. Cada subpalabra en un nombre debe comenzar con una letra mayúscula. Tal como “XnnnYmmm” (INN, 2011a, p.37).
- Combinar múltiples palabras como se requiera para formar nombres precisos y comprensibles sin usar ningún carácter de intervención (tales como “_”, “-“ o espacio) (INN, 2011a, p.37).
- Para nombres de atributos se escribe en mayúscula sólo la primera letra de cada palabra tras la primera palabra que se combina en un nombre (NCh ISO 19103, 2013, p.37). Junto a ello, como máximo la extensión de los nombres deben tener 10 caracteres.
- No se utilizarán tildes (´) ni la letra ñ para nombres de BDGT ni atributos.
- Para los valores de atributos tipo cadena, que indique un nombre propio, no se utilizarán tildes (´) y cada palabra dentro del nombre empezará con una letra mayúscula, excepto artículos que no inicien el nombre.
- Para atributos numerales, se utilizará como divisor decimal el punto (.) y como divisor de miles la coma (,).
- Para un mismo atributo numeral de una BDGT, todos sus elementos deben ser consistentes con el número de cifras decimales, y además como máximo se deben utilizar 2 de ellas.

3.3.4 Representación del Sistema de Transporte mediante BDGT

Si el usuario requiere representar un fenómeno del sistema de transporte mediante BDG, el primer paso es verificar si el fenómeno se encuentra representado en las BDG estandarizadas en el Cuadro 3.10.

Cuadro 3.10: Bases de Datos Geográficas del Sistema de Transporte

Sistema	Categorías	Bases de Datos Geográficas ¹¹				
Fenómenos del Sistema de Transporte	Oferta de Transporte	Terminales Interurbanos (No es base de datos)	Terminales Terrestres			
			Terminales Aéreos			
			Terminales Portuarios			
		Redes Viales (No es base de datos)	Red Vial Automóvil	Pavimento de Vías		
				Red Vial PRC		
				Estacionamiento Automóvil (No espacial)		
				Intersección de Vías (No es base de datos)	Intersección Prioritaria	
					Intersección Semaforizada	
			Red Vial Peatón			
			Línea Férrea	Cruces Línea Férrea		
				Estación de Tren		
			Cicloruta		Estacionamiento Bicicleta	
			Mediciones (No es base de datos)		Mediciones Puntuales	
					Accidentes en Red Vial	
					Mediciones de Velocidad	
			Señales Verticales			
		Proyectos de Inversión				
		Zonas de Estacionamiento				
		Rutas de Transporte Público (RTP)	Paraderos de TP			
			Terminales de TP			
			Líneas de TP (No espacial)			
	Demanda de Transporte	Zonas de Transporte	Viajes (No espacial)	Periodos del Viaje (No espacial)		
				Usuario del Viaje (No espacial)		
				Propósito del Viaje (No espacial)		
				Modo del Viaje (No espacial)		

Fuente: Elaboración Propia

¹¹ Para la generación de una BDGT, debe considerarse, al mismo tiempo, la generación de las BD (geográficas o no geográficas) en las columnas ubicadas en la misma fila y a la derecha de su celda, siempre y cuando no impliquen un gasto significativo de recursos extras.

Si el fenómeno **SÍ** se encuentra estandarizado en las BDG del Cuadro 3.10 entonces:

- Se debe espacializar y digitalizar la BDG en la cartografía base a una escala de 1:500. Esta digitalización debe realizarse de acuerdo a la división del territorio que generan los atributos definidos en el catalogo del Cuadro 3.11.
- Se debe caracterizar la BDG de acuerdo al catalogo del Cuadro 3.11.
- Si se desea incluir nuevos atributos, no presentes en la BDG estandarizada, para ello, debe establecerse una caracterización similar, del atributo, a lo visto en el catalogo del Cuadro 3.11, incluyendo; Descripción, Nombre, Tipo de dato, Unidad y Dominio. La descripción de los atributos debe ser completa, con el fin de no posibilitar problemas de interpretación.

Cuadro 3.11: Catalogo de BDG del Sistema de Transporte

BDG 1: Accidentes	Descripción	Accidentes ocurridos dentro de la red vial, es decir, en la línea férrea, calzada, ciclorutas y franjas peatonales.			
	Nombre	Accidentes (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre el eje central de las redes viales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idAcciden	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base	idArco	Entero	-	>=0
	Cantidad de accidentes	cantidad	Entero	Accidentes	>0
	Severidad del accidente	severidad	Entero	-	1..4 (Véase Anexo 5.1)
	Tipo de accidente	tipo	Entero	-	1..6 Véase Anexo 5.1)
	Causa de accidente	causa	Entero	-	1..11 (Véase Anexo 5.1)
BDG 2: Ciclorutas	Descripción	Red vial para ciclistas			
	Nombre	Cicloruta (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se deben proyectar sobre el eje central de las ciclorutas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de Dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoC	Entero	-	>=0
	Tipo de cicloruta	tipo	Cadena	-	Ciclobanda Ciclovía Mixta

	Largo de la cicloruta	largo	Entero	Metros	>0
	Ancho de la cicloruta	ancho	Entero	Metros	>0
	Materialidad de la cicloruta	material	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, etc)
	Color de la cicloruta	color	Cadena	-	Palabras<10 caracteres
	Estado de la cicloruta	estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Periodo del día de mediciones de tránsito	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Flujo de ciclistas en ambos sentidos	flujos	Real	Peatones/hr	>=0
	Tiempo de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
BDG 3: Cruces Férreos	Descripción	Cruces a la Línea Férrea, tanto vehiculares como peatonales			
	Nombre	CruceFerro (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idCruce	Entero	-	>=0
	Tipo de cruce	tipo	Cadena	-	Veh/Peat Veh Peat
	Cumple normative EFE	norma	Cadena	-	Habilitado No Habilitado
BD 4: Estacionamientos en vías	Descripción	Estacionamientos para automóviles en las vías			
	Nombre	EstacionaVia(UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BDG: Red Vial Automóvil			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoE	Entero	-	>=0
	Código identificador del elemento de la red vial de automóviles (véase BDG 19)	idArcoA	Entero	-	>=0
	Tipo de estacionamiento	tipo	Entero	-	1..5 (véase Anexo 5.1)
	Inclinación del estacionamiento, si es en batería o no	batería	Cadena	-	Si No
	Capacidad de estacionamientos	capacidad	Entero	Estacionamientos	>=0
	Periodo del día de observación de la demanda	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde

	Demanda promedio de estacionamientos	demanda	Entero	Estacionamientos	≥ 0
	Tarifa del estacionamiento	tarifa	Entero	Pesos	≥ 0
	Unidad mínima cobrada	Unidad	Entero	Minutos	≥ 0
BDG 5: Estacionamientos Bicicletas	Descripción	Lugares para estacionamiento público de bicicletas			
	Nombre	EstacioBici (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre los centroides del área ocupada por los estacionamientos de bicicletas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idEstB	Entero	-	≥ 0
	Código identificador de la cicloruta (Véase BDG 2)	idArcoC	Entero	-	≥ 0
	Capacidad de estacionamientos	capacidad	Entero	Estacionamientos	≥ 0
	Demanda promedio de estacionamientos	demanda	Entero	Estacionamientos	≥ 0
	Imagen del tipo de estacionamiento para bicicleta	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 6: Estación Tren	Descripción	Estación de tren			
	Nombre	EstacionTren (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar, perpendicularmente al centroide del área de cada estación, sobre el eje central de la línea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idEstacion	Entero	-	≥ 0
	Nombre de estación	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Demanda diaria	demanda	Entero	Personas	> 0
BDG 7: Intersección Prioritaria	Descripción	Intersecciones de vías controladas por señal de prioridad			
	Nombre	InterPrio (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, usualmente, sobre la intersección de los ejes centrales de dos o más vías para automóviles.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPriori	Entero	-	≥ 0
	Vía 1 que intersecta la Vía 2	via1	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Vía 2 que intersecta la Vía 1	via2	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de prioridad	tipo	Cadena	-	Pare Ceda el paso Sin regulación No corresponde
	Imagen de la señal de prioridad de la intersección	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres No corresponde
BDG 8: Intersección Semaforizada	Descripción	Intersecciones de vías controladas por semáforo			
	Nombre	InterSema (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, usualmente, sobre la intersección de los ejes centrales de dos o más vías de automóviles.			

	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSemaforo	Entero	-	>=0
	Vía 1 que intersecta la Vía 2	via1	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Vía 2 que intersecta la Vía 1	via2	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de semáforo	tipo	Cadena	-	Vehicular Peatonal Apagado
	Cumple normativa UOCT	norma	Cadena	-	Si No
	Periodo del día de medición de tiempos del semáforo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Fase 1 del semáforo	fase1	Entero	Segundos	>0
	Fase 2 del semáforo	fase2	Entero	Segundos	>0
	Fase 3 del semáforo	fase3	Entero	Segundos	>0
	Fase 4 del semáforo	fase4	Entero	Segundos	>0
	Imagen de las fases del semáforo	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 9: Línea Férrea	Descripción	Red vial para trenes			
	Nombre	LineaFerreia			
	Forma Geográfica	Línea: Se debe proyectar sobre el eje central de la línea férrea			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoT	Entero	-	>=0
	Largo de la vía	largo	Entero	Metros	>0
	Ancho de la vía	ancho	Entero	Metros	>0
	Periodo del día de la mediciones de frecuencia	Periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Frecuencia de trenes en ambos sentidos	Frecuencia	Real	Tren/hr	>=0
	Tiempos de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>=0
BDG 10: Línea de TP	Descripción de Clase	Entrega antecedentes sobre cada línea de transporte público			
	Nombre de la Clase	LineasTP (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BDG: Rutas Transporte Público			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Número de la línea	Línea	Cadena	-	Palabras < 10 caracteres, acompañadas del prefijo L
	Empresa dueña de la línea	Empresa	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres

	Tamaño de la flota	Flota	Entero	-	>0
	Edad Promedio de la flota	Edad	Decimal	-	>0
BDG 11: Mediciones Puntuales	Descripción	Mediciones puntuales realizadas en terreno			
	Nombre	MedPuntual (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar las mediciones sobre el eje central de las redes viales, según donde se realizó			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idMedPunto	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base	idArco	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de medición	Tipo	Cadena	-	Tasa de ocupación Flujo vehicular
	Año de medición	Ano	Entero	-	>0
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Movimiento medido	movimiento	Entero	-	>=0
	Valor de la medición realizada	valorM	Decimal	Veh/hr	>=0
	Imagen de movimientos en la intersección	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 12: Mediciones Velocidad	Descripción	Mediciones de velocidad realizadas en terreno			
	Nombre	MedVelo (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar las mediciones sobre el eje central de las redes viales, según donde se realizó			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoVelo	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base	idArco	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Año de medición	Ano	Entero	-	>0
	Sentido de la vía	sentido	Entero	-	1: sentido de nodos A a B 2: sentido de nodos B a A
	Longitud del arco	longitud	Entero	Metros	>0
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Velocidad del arco	velocidad	Decimal	Km/hr	>0
BD 13:	Descripción	Modo utilizado en el viaje			
	Nombre	ModoViaje (UML)			

Modo del Viaje	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BD 29: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idModo	Entero	-	>=0
	Tipo de modo con el cual se realiza el viaje	Tipo	Entero	-	1..22 (Véase Anexo 5.1)
BDG 14: Paradero de Transporte Público	Descripción	Lugar donde el transporte público recoge y deja a los pasajeros			
	Nombre	ParaderoTP (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar sobre el eje central de la calzada, perpendicular al centroide de la ubicación del paradero real			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idParada	Entero	-	>=0
	Tipo de paradero	Tipo	Cadena	-	TXC: Taxicolectivo TXB: Taxibus Ambos
	Formalidad del paradero	formal	Cadena	-	Formal No Formal
	Disponibilidad de refugio peatonal	disRefugio	Cadena	-	Posee No Posee
	Estado del refugio peatonal	Estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Disponibilidad de bahía	disBahia	Cadena	-	Posee No Posee
	Imagen del refugio	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 15: Pavimento de Vías	Descripción	Pavimento en las vías para automóviles			
	Nombre	Pavimento (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se proyecta sobre el eje central de la calzada.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPavi	Entero	-	>=0
	Tipo de pavimento en el tramo de vía	tipo	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, etc)
	Longitud del tramo de vía	longitud	Decimal	Metros	>0
	Medición de rugosidad IRI	iri	Decimal	m/km	>0
	Coeficiente C1, rugosidad longitudinal	c1	Entero	-	0 (no corresponde) 1..5 (Véase Anexo 5.1)
	Coeficiente C2, grietas y parches	c2	Decimal	-	0,0 (no corresponde) 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 (Véase Anexo 5.1)

	Coeficiente C3, ahuellamiento	c3	Decimal	-	0.0 (no corresponde) 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 (Véase Anexo 5.1)
	Índice de serviciabilidad del pavimento	pi	Decimal	-	>=0
	Estado del pavimento	estado	Cadena	-	Muy Malo Malo Regular Bueno Muy Bueno
BD 16: Periodo del Viaje	Descripción	Periodo del día en el cual se realiza el viaje			
	Nombre	PerioViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BD 29: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPeriodo	Entero	-	>=0
	Tipo de periodo del día en el cual se realiza el viaje	tipo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
BD 17: Propósito del Viaje	Descripción	Propósito por el cual se realiza el viaje			
	Nombre	PropoViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BD 29: Viajes			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idPropo	Entero	-	>=0
	Tipo de Propósito por el cual se realiza el viaje	tipo	Cadena	-	1..3 (Véase Anexo 5.1)
BDG 18: Proyectos de Inversión	Descripción	Futuros proyectos o iniciativas de inversión en carpeta para ser analizados o ejecutados en un corto o mediano plazo			
	Nombre	ProyectoInv (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se proyecta sobre el eje del proyecto de inversión, cabe señalar que este es solo un bosquejo para definir su ubicación.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idProyecto	Entero	-	>=0
	Descripción del proyecto	tipo	Cadena	-	Palabras < 50 caracteres
	Extensión del proyecto	longitud	Real	Kilómetros	>0
	Código del banco integrado de proyectos	bip	Cadena	-	Código < 12 Ej. 21113000-0
	Inversión privada	inversion	Real	UF	>0
	Tasa interna de retorno	tir	Decimal	%	>=0
	Valor actual neto	van	Real	UF	-
	Etapas actuales del proyecto	etapa	Cadena	-	Perfil Prefactibilidad Diseño Ejecución

	Entidad pública encargada de la etapa actual del proyecto	entidad	Cadena	-	GORE MOP MUNICIPIO SERVIU SECTRA
	Imagen del proyecto	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 19: Red Vial Automóvil	Descripción	Red vial común para vehículos motorizados			
	Nombre	RedAuto (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se proyecta sobre el eje central de la calzada			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoA	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Largo de la vía	largo	Entero	Metros	>0
	Ancho de la vía	ancho	Entero	Metros	>0
	Tipo de vía	tipo	Cadena	-	Mixta Solo Bus Corredor
	Sentido de la vía	sentido	Entero	-	1: sentido de nodos A a B 2: sentido de nodos B a A
	Periodo del día de la mediciones de flujo	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Velocidad promedio de la vía	velocidad	Decimal	Km/hr	>0
	Tiempo de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
	Capacidad de la vía	capacidad	Entero	Veq/hr	>=0
	Flujo de saturación de la vía	flujoSat	Entero	Veq/hr	>0
	Flujo de automóviles particulares	flujoAuto	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxis	flujoTx	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxicolectivos	flujoTxc	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de taxibuses	flujoTxb	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de buses interurbanos	flujoBui	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de minibuses	flujoMbu	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo de bicicletas	flujoBici	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo Totales en vehículos por hora	flujoTVeh	Entero	Veh/hr	>=0
	Flujo Totales en vehículos equivalentes por hora	flujoTVeq	Decimal	Veq/hr	>=0
BDG 20: Red Vial Peatón	Descripción	Toda franja peatonal existente, formal o informal			
	Nombre	RedPeaton (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se proyecta sobre el eje central de la franja peatonal			

	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoP	Entero	-	>=0
	Largo de la vía	largo	Entero	Metros	>0
	Ancho de la vía	ancho	Entero	Metros	>0
	Tipo de facilidad peatonal	tipo	Cadena	-	Vereda Cruce Pasarela Inexistente
	Materialidad de la facilidad peatonal	material	Cadena	-	Hormigón Asfalto Otro: especificar (Adoquín, tierra etc)
	Estado de la franja peatonal	estado	Cadena	-	Malo Regular Bueno
	Periodo del día de la mediciones de frecuencia	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Flujos peatonales en ambos sentidos	flujos	Entero	Peatones/hr	>=0
	Tiempos de viaje promedio de la vía	tViaje	Decimal	Segundos	>0
BDG 21: Red Vial del PRC	Descripción	Red vial proyectada por el plan regulador comunal			
	Nombre	RedVialPRC (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se proyecta sobre el eje central de la calzada, a menos que la vía no exista, en este caso se realiza una aproximación a lo que define el plan regulador, no obstante debe tener coherencia con el resto de la red.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de Dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idArcoPRC	Entero	-	>=0
	Nombre de la vía	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tipo de vía proyectada o existente	tipo	Cadena	-	Proyectada: P Existente: E
	Jerarquía de la vía	jerarquia	Cadena	-	Local Servicio Colectora Troncal Expresa
	Ancho entre líneas oficiales	ancho	Decimal	Metros	>0
BDG 22: Rutas Transporte Público	Descripción	Rutas de transporte público, taxibuses y taxicolectivos, se proyectan desde o hacia un terminal o desde o hacia a un punto de retorno al terminal, cualquiera sea el caso. Los puntos de inflexión en la ruta son los paraderos de transporte público y los cambios de nombres en la vía			
	Nombre	RutasTP (UML)			
	Forma Geográfica	Línea: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada de desplazamiento.			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idRuta	Entero	-	>=0

	Tipo de línea	tipo	Cadena	-	TXC: taxicolectivo TXB: taxibus
	Número de la línea	linea	Cadena	-	Palabras < 10 caracteres, acompañadas del prefijo L
	Variante de la línea	Variante	Entero	-	>0
	Itinerario de la línea	itinerario	Cadena	-	Ida Retorno
	Periodo del día de mediciones de tránsito	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde
	Frecuencia de la línea	frecuencia	Entero	Veh/hr	>0
	Tarifa de la línea	tarifa	Entero	Pesos	>0
	Longitud del segmento	longitud	Entero	Metros	>0
	Nombre de calle del segmento	nomCalle	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Tiempo de viaje promedio en atravesar el segmento	tViaje	Decimal	Segundos	>=0
BDG 23: Señales Verticales	Descripción	Señalizaciones Verticales dentro de la red vial, es decir, en la línea férrea, vías de automóviles, ciclorutas y vías de peatones.			
	Nombre	SenaVert (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se deben proyectar en la misma ubicación de las señales reales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idSenaVer	Entero	-	>=0
	Código identificador del arco en la red vial base	idArco	Entero	-	>=0
	Tipo de señal según manual de señalización de tránsito (Conaset, 2012)	tipo	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Código del tipo de señal según manual de señalización de tránsito (Conaset, 2012)	codigo	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Función de señal	funcion	Cadena	-	Reglamentaria Advertencia Informativa
	Cumple normativa	normativa	Cadena	-	Si No
	Imagen de la señal	imagen	Cadena (Hiperlink)	-	Palabras < 50 caracteres
BDG 24: Terminales Aéreos	Descripción	Terminales aéreos, es decir, aeropuertos			
	Nombre	TermAereo (UML)			
	Forma Geográfica	Superficial: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermA	Entero	-	>=0

	Nombre	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Comuna de ubicación del terminal	comuna	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Dirección de ubicación del Terminal	direccion	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
BDG 25: Terminales Portuarios	Descripción	Terminales portuarios, es decir, lugar de desembarque de barcos			
	Nombre	TermPort (UML)			
	Forma Geográfica	Superficial: Se deben proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermPo	Entero	-	>=0
	Nombre	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Comuna de ubicación del terminal	comuna	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Dirección de ubicación del Terminal	direccion	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
BDG 26: Terminales Terrestres	Descripción	Terminales terrestres, es decir, los terminales de buses interurbanos			
	Nombre	TermTerre (UML)			
	Forma Geográfica	Superficial: Se proyectar sobre el contorno de los terminales			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermTe	Entero	-	>=0
	Nombre	nombre	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Comuna de ubicación del terminal	comuna	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
	Dirección de ubicación del Terminal	direccion	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres
BDG 27: Terminales o Retornos del TP	Descripción	Terminales o lugares de retorno al terminal de origen para cada línea de transporte público			
	Nombre	TermRetTP (UML)			
	Forma Geográfica	Punto: Se debe proyectar sobre el eje central de la calzada, en el caso de ser un terminal, se proyecta sobre el eje central de la calzada perpendicular al centroide de la ubicación del terminal			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idTermRet	Entero	-	>=0
	Tipo	tipo	Cadena	-	Term_TXC Term_TXB Retorno
	Comuna de ubicación del tipo	comuna	Cadena	-	Palabras < 15 caracteres
	Dirección de ubicación del tipo	direccion	Cadena	-	No tiene Palabras < 30 caracteres
	Capacidad máxima en el terminal	capacidad	Entero	Vehículos	>=0
BD 28: Usuarios del Viaje	Descripción	Tipo de usuario que realiza el viaje			
	Nombre	UsuarioViaje (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BD 29: Viajes			

	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idUsuario	Entero	-	>=0
	Tipo de usuario que realiza el viaje	tipo	Cadena	-	1..3 (Véase Anexo 5.1)
BD 29: Viajes	Descripción	Viajes generados de una zona A a una zona B			
	Nombre	Viajes (UML)			
	Forma Geográfica	No corresponde a una base de datos geográfica, está relacionado a los objetos de la BDG 31: Zonas de Transporte			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idViajes	Entero	-	>=0
	Código identificador del periodo del día del viaje (Véase BD 16)	idPeriodo	Entero	-	>=0
	Código identificador del tipo de usuario que realiza el viaje (Véase BD 28)	idUsuario	Entero	-	>=0
	Código identificador del propósito del viaje (Véase BD 17)	idPropo	Entero	-	>=0
	Código identificador del modo utilizado para el viaje (Véase BD 13)	idModo	Entero	-	>=0
	Zona de origen del viaje	zonaOrigen	Entero	-	>0
	Zona de destino del viaje	zonaDest	Entero	-	>0
	Cantidad de viajes	cantViajes	Entero	-	>=0
	Tiempo de viaje promedio de los viajes	tViaje	Decimal	Minutos	>0
BDG 30: Zonas de Estacionamiento	Descripción	Zonas de estacionamientos tanto públicos como privados			
	Nombre	ZonaEstaciona (UML)			
	Forma Geográfica	Superficie: Se deben proyectar por el contorno de las zonas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idZonaEst	Entero	-	>=0
	Capacidad del estacionamiento	capacidad	Entero	Estacionamientos	>0
	Tipo de estacionamiento	tipo	Cadena	-	Subterráneo Superficial
	Acceso al estacionamiento	acceso	Cadena	-	Público Privado
	Periodo de medición de la demanda	periodo	Cadena	-	AM: Punta Mañana FP: Fuera Punta PMD: Punta Mediodía PT: Punta Tarde

	Demanda del estacionamiento en el periodo	demanda	Entero	Estacionamientos	>0
	Costo del estacionamiento	costo	Entero	Pesos	>=0
	Unidad mínima cobrada	Unidad	Entero	Minutos	>=0
BDG 31: Zonas de Transporte	Descripción	Zonas homogéneas en cuanto a sus características de generación y atracción de viajes, usualmente se definen en un STU de la ciudad			
	Nombre	ZonaTransporte (UML)			
	Forma Geográfica	Superficie: Se deben proyectar por el contorno de las zonas			
	Descripción de Atributos	Nombre	Tipo de dato	Unidad	Dominio
	Código identificador del objeto	idZona	Entero	-	>=0
	Área de la zona	area	Decimal	Km ²	>0
	Nombre definido para la macrozona, están conformadas por un grupo de zonas	macrozona	Cadena	-	Palabras < 30 caracteres Ej: Norte, Sur
	Número identificador de la zona tras realizar una zonificación de la ciudad	zona	Entero	-	>0
	Población en la zona	poblacion	Entero	Personas	>0

Fuente: Elaboración Propia

Si el fenómeno **NO** se encuentra estandarizado en las BDG del Cuadro 3.10 entonces:

- Se debe definir la forma geográfica de la nueva BDG, espacializar y digitalizar en la cartografía base a una escala de 1:500.
- Se debe construir la BDG siguiendo los criterios de formalidad definidos en el apartado 3.3.3.
- Se debe catalogar las BDG de acuerdo al formato del Cuadro 3.11. La descripción de la BDG y de sus atributos debe ser completa, con el fin de no posibilitar problemas de interpretación.

3.3.5 Construcción de los Metadatos de una BDGT

La creación de cualquier BDGT, viene acompañada de su correspondiente documentación, es decir la información de la información. Para ello se recurre al núcleo de metadatos definido en la Norma NCh ISO 19115, que es lo mínimo en

cuanto a información que se exige entregar de una BDGT. En el Cuadro 3.12 se define que elementos debe tener este núcleo, dónde, una “M” indica elemento obligatorio, una “O” indica un elemento opcional y una “C” indica un elemento obligatorio bajo ciertas condiciones (INN, 2011b).

Cuadro 3.12: Núcleo de Metadatos para Conjuntos de Datos Geográficos

Título de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.title)	Tipo de representación espacial (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialRepresentationType)
Fecha de representación de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.date)	Sistema de referencia (O) (MD_Metadata > MD_ReferenceSystem)
Parte responsable de conjunto de datos (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.pointOfContact > CI_ResponsibleParty)	Linaje (O) (MD_Metadata > DQ_DataQuality.lineage > LI_Lineage)
Localización geográfica del conjunto de datos (por cuatro coordenadas o por identificador geográfico) (C) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_GeographicExtent > EX_GeographicBoundingBox Or EX_GeographicDescription)	Recurso en línea (O) (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_DigitalTransferOption.onLine > CI_OnlineResource)
Lenguaje de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.language)	Identificador de archivo de metadatos (O) (MD_Metadata > fileIdentifier)
Conjunto de caracteres de conjunto de datos (C) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.characterSet)	Nombre estándar de metadatos (O) (MD_Metadata > MetadataStandardName)
Categoría de tema de conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.topicCategory)	Versión estándar de metadatos (O) (MD_Metadata > MetadataStandardVersion)
Resolución espacial del conjunto de datos (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialResolution > MD_Resolution.equivalentScale o MD_Resolution.distance)	Lenguaje de metadatos (C) (MD_Metadata > language)
Abstracto que describe el conjunto de datos (M) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.abstract)	Conjunto de caracteres de metadatos (C) (MD_Metadata > characterSet)
Formato de distribución (O) (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_Format.name y MD_Format.version)	Punto de contacto de metadatos (M) (MD_Metadata > CI_ResponsibleParty)
Información adicional de extensión para el conjunto de datos (vertical y temporal) (O) (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_TemporalExtent o EX_VerticalExtent)	Fecha de información de metadatos (M) (MD_Metadata > dateStamp)

Fuente: INN (2011b, p.20)

Si bien en el Cuadro 3.12 se señala como un elemento opcional (O) el informar sobre el sistema de referencia en el metadato, de acuerdo a la experiencia en la gestión de la información territorial, se considera relevante comunicar dicha información. Por lo tanto, este protocolo incluye además del núcleo recomendado en la norma ISO 19115, también la información del sistema de referencia.

Para hacer más “amigable” la construcción del metadato, se recomienda la utilización del software CatMEdit, esta es una herramienta Open Source de edición de metadatos que facilita la documentación de recursos, fue desarrollada por el consorcio TelDE. Con ello se pretende facilitar y estimular el proceso de relleno de los metadatos, dado que es un elemento fundamental para la interoperabilidad de la información. Es posible descargar este software libre, a través del siguiente link <http://catmdedit.sourceforge.net/>.

3.4 Aplicación del Protocolo

A modo de validación del protocolo se realizará una aplicación de él, construyendo un ejemplo para dos bases de datos geográficas utilizando para ello el SIG ARCGIS 9.3, ya que es un software muy utilizado en Chile. La idea de este ejemplo es poder representar los fenómenos: rutas y paraderos de transporte público en la ciudad de Concepción, Chile. Cabe señalar que, como esta aplicación tiene el objetivo de validar y ser una guía para el protocolo, la información a utilizar no es real, sólo la cartografía base lo es.

Iniciando con el protocolo, las etapas 1 y 2, indican definir el sistema de referencia y la cartografía base a utilizar, para ello se utilizó una ortofotografía del Gran Concepción, del año 2009, proveniente del estudio: “Vectorización de Imágenes Satelitales de Alta Resolución” (MIDEPLAN, 2010), que cuenta con una proyección WGS84 y el Huso 18S, además con una digitalización de distintas coberturas, entre ellas la vialidad y las soleras. En la Figura 3.16 se muestra esta ortofotografía y las coberturas antes mencionadas.

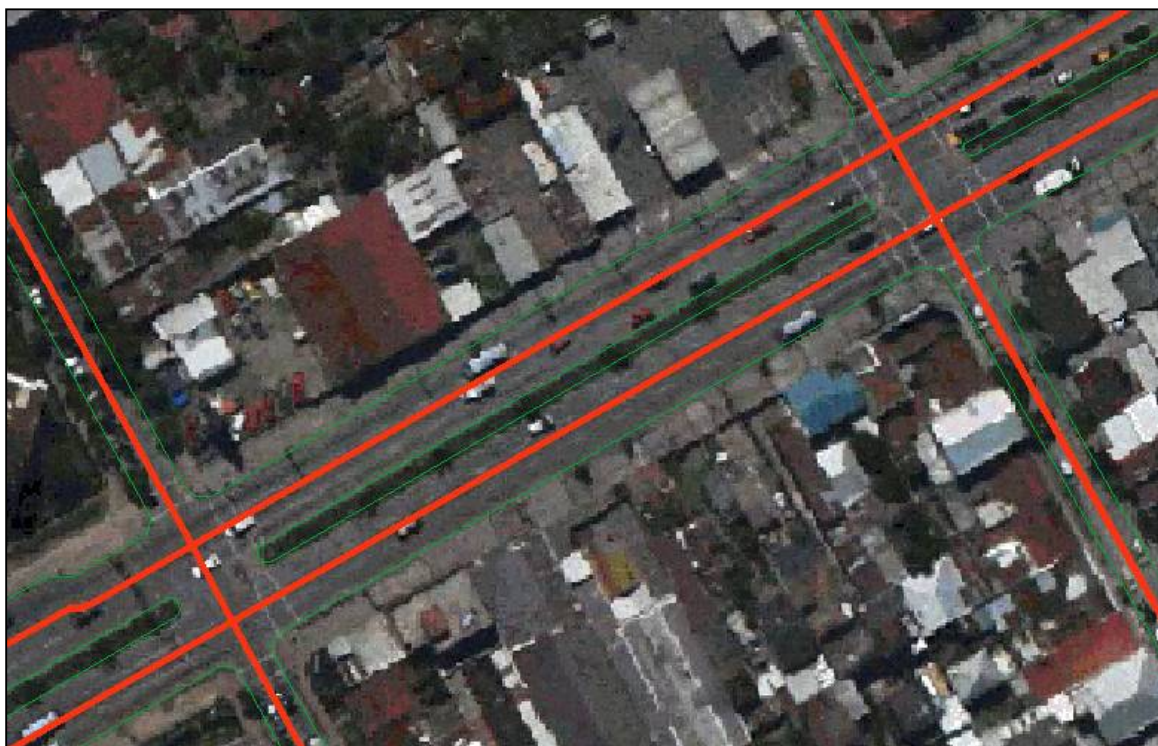
Figura 3.16: Ortofotografía de Concepción y Coberturas Digitalizadas



Fuente: MIDEPLAN (2010)

Como se cuenta con una cartografía base de la vialidad, que como se ve en la Figura 3.17 tiene una geometría de línea y pasa por el eje de la calzada, se utilizó de guía para generar las BDG requeridas. Para los paraderos se supuso su ubicación, dado los alcances de este ejemplo.

Figura 3.17: Coberturas de Vialidad y Soleras sobre Ortofotografía



Fuente: MIDEPLAN (2010)

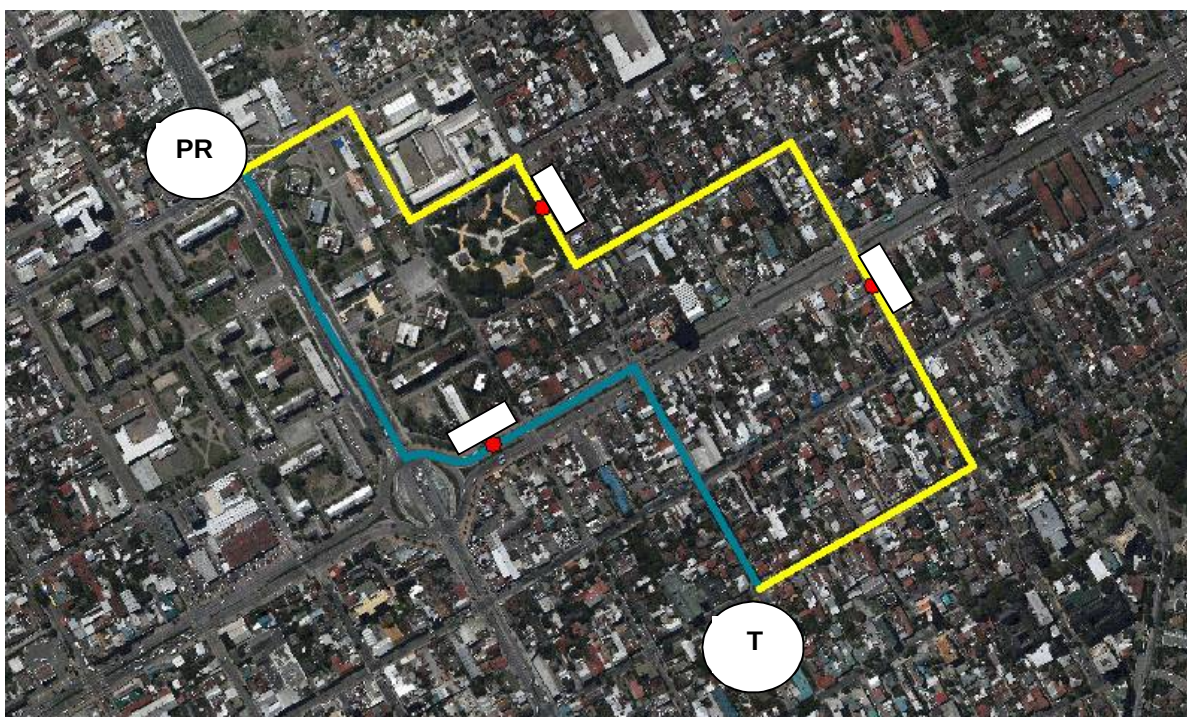
De acuerdo al protocolo, la etapa 3 corresponde a los criterios formales, esta etapa se hace más simple, dado que las BDG a crear ya se encuentran estandarizadas en el Cuadro 3.11, por lo tanto la preocupación se enfoca al ingreso de valores de los atributos. Dicho lo anterior, la siguiente etapa, etapa 4, corresponde a la espacialización y digitalización de la información en un BDG, para ello se deben realizar las siguientes acciones (según sea una BDG estandarizada):

- Se debe espacializar y digitalizar la BDG en la cartografía base a una escala de 1:500. Esta digitalización debe realizarse de acuerdo a la división del territorio que generan los atributos definidos en el Cuadro 3.11.

Supongamos que se tienen dos rutas, de ida y de retorno hacia el terminal, tal como se muestra en la Figura 3.18, los círculos con una “T” y un “PR”, representan el terminal y el punto de retorno, respectivamente, la ruta de ida es

la de color azul y la ruta de retorno es la de color amarillo. Los rectángulos blancos representan los paraderos reales y los puntos rojos su representación como BDG. Nótese que las rutas se grafican sobre el eje de la calzada y los paraderos también sobre el eje, perpendiculares al centroide de los paraderos reales. Cabe señalar que para la espacialización de los fenómenos se utilizó el formato Shapefile de ESRI.

Figura 3.18: Digitalización de Rutas de Transporte Público



Fuente: Elaboración Propia

- Se debe caracterizar la BDG de acuerdo al catalogo del Cuadro 3.11.

Los resultados de este proceso se ven en la Figura 3.19, para las rutas de transporte público y en la Figura 3.20 para los paraderos de transporte público.

Figura 3.19: Atributos para Rutas de Transporte Público

Attributes of RutasTP											
idRuta	Shape *	tipo	linea	variante	itinerario	periodo	frecuencia	tarifa	longitud	nomCalle	tViaje
0	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	252	Freire	30.24
1	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	188	Ainavillo	22.56
2	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	190	Ainavillo	22.80
3	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	252	Heras	30.24
4	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	67	Lautaro	8.04
5	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	58	Lautaro	6.96
6	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	126	Rosas	15.12
7	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	125	Bulnes	15.00
8	Polyline	TXB	L101	2	Retorno	AM	12	400	129	Janequeo	15.48
9	Polyline	TXB	L101	1	Ida	AM	6	400	337	Paicavi	40.44
10	Polyline	TXB	L101	1	Ida	AM	6	400	164	Carrera	19.68
11	Polyline	TXB	L101	1	Ida	AM	6	400	97	Carrera	11.64
12	Polyline	TXB	L101	1	Ida	AM	6	400	260	Lautaro	31.20

Fuente: Elaboración Propia

Lo primero a apreciar de la Figura 3.19, son las divisiones a la ruta que se generan, dada su definición, ellas se dividirán cada vez que cambie de nombre la vía o cada vez que pase por un paradero, por lo tanto, es relativamente sencillo comprender la lógica para la obtención de los 13 elementos de ruta, tras el paso por 3 paraderos. Por otro lado, también se destaca, que los nombres de calles, nomCalle, y que el tiempo de viaje, tViaje, siguen lo recomendado por los criterios formales definidos en la etapa 3, los nombres comienzan con una mayúscula y no tienen tildes, además el tiempo de viaje se definió con 2 cifras decimales y son consistentes para todos sus valores. El resto de la base de datos se construyó en base a lo recomendado por la estandarización y no tiene mayor dificultad el poblamiento de información, por lo que no se detallará este proceso.

Figura 3.20: Atributos para Paraderos de Transporte Público

Attributes of ParaderoTP							
idParada	Shape *	tipo	formalidad	disRefugio	estado	disBahia	imagen
0	Point	TXB	Formal	Posee	Bueno	No	C:\Users\Cristián\Desktop\Magister\PROYECTO DE TÍTULO\Ejemplo_Prococolo\paradero.jpg
1	Point	TXC	Formal	Posee	Malo	No	C:\Users\Cristián\Desktop\Magister\PROYECTO DE TÍTULO\Ejemplo_Prococolo\paradero.jpg
2	Point	TXB	Formal	Posee	Malo	Si	C:\Users\Cristián\Desktop\Magister\PROYECTO DE TÍTULO\Ejemplo_Prococolo\paradero.jpg

Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 3.20, lo más destacable es la forma de ingresar el atributo de imagen, que se realiza por medio de un link, en este caso está asociado a una carpeta del computador donde se creó, ello permitirá observar las características del refugio peatonal que no están definidas en los demás atributos. El resto de la base de datos se construyó en base a lo recomendado por la estandarización y no tiene mayor dificultad el poblamiento de información, por lo que no se detallará este proceso.

Finalmente, la etapa 5 corresponde a la incorporación del metadato a las bases de datos creadas, en otras palabras entregar el contexto de la información. Para ello, se utilizó el software CatMDedit, que como ya se comentó, permite mayor facilidad en la elaboración del metadato. Dado que el proceso es exactamente igual para ambas BDG, del ejemplo, se mostrarán solo los resultados para la BDG RutasTP. La Figura 3.21 muestra la gráfica del software que permite incluir los datos del metadato, de acuerdo a la normativa ISO 19115, en este caso se usa la opción de Núcleo ISO 19115 y se incluye también la información del sistema de referencia (apartado 3.3.5), además de lo anterior, se hace la aclaración que este software identifica como condicional (C) el ingreso de la categoría del tema, es decir, el ingreso del tema que engloba el conjunto de datos, sin embargo de acuerdo al apartado 3.3.5, esta información es obligatoria (M).

Figura 3.21: Gráfica de Ingreso de Metadato, BDG Rutas de Transporte Público

★ Edición: 6c6b3742-d3f9-11e3-b684-2c8158ea6c95 - Rutas de Transporte Público de la ciudad de Concepción

HTML ISO19115 Perfil NEM Núcleo ISO 19115 Perfil INSPIRE Perfil WISE

- Identificador del fichero
- Idioma
- Conjunto de caracteres
- Contacto
- Fecha de Creación
- Norma de Metadatos
- Versión de la Norma de Metadatos
- Información del Sistema de referencia
- Información de identificación
- Información de Distribución
- Información sobre Calidad de los datos

Obligatorio
Opcional
Condicional

(2) Identificador del fichero

Definición del elemento:
Identificador único para el fichero de metadatos

6c6b3742-d3f9-11e3-b684-2c8158ea6c95

Editar Guardar Cancelar Validar

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de este proceso se muestran en el Cuadro 3.13

Cuadro 3.13: Metadato de las BDG Rutas de Transporte Público

Contacto	Nombre individual	Sr. Cristián Borjas Sepúlveda	
	Nombre de la organización	Magister Análisis Geográfico	
	Nombre del cargo	Ingeniero Civil	
	Rol	Autor	
Fecha de creación	05-05-2014		
Norma de metadatos	ISO 19115		
Información del sistema de referencia	EPSG ¹² :32718		
Información de identificación	Mención	Título	Rutas de transporte público de la ciudad de Concepción
		Fecha	05-05-2014

¹² Registro de sistemas de referencia accesible por internet.

		Tipo de Fecha	Creación
	Resumen	Esta base de datos caracteriza los trazados de las rutas de transporte público de la ciudad de Concepción, Chile, tanto taxicolectivos como taxibuses.	
	Tipo de representación espacial	Vector	
	Idioma	Español	
	Categoría de tema	Transporte	

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar con las 5 etapas de este protocolo, se tiene una información que tiene la potencialidad de ser interoperable y además la capacidad de interactuar con otras bases de datos, para realizar distintos tipos de análisis geográfico y calcular distintos tipos de indicadores urbanos asociados al sistema de transporte.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

Las principales conclusiones del presente proyecto son las siguientes:

- Las bases de datos geográficas de transporte (BDGT) analizadas no siguen normativas internacionales y ponen muchos obstáculos al momento del traspaso de la información. Entre los problemas recurrentes detectados, se encuentran: la ausencia de metadatos, la dificultad de interpretación de los atributos, las diferencias de caracterización entre BDGT del mismo objeto geográfico y los problemas espaciales ante la ausencia de una base cartográfica única.
- Se logró establecer una metodología que permitiera discernir qué información debía incorporarse en el modelo del sistema de transporte, en base a distintos criterios, cualitativos y cuantitativos, explicitados en este trabajo. Esta metodología podrá contribuir a diseñar protocolos en información geográfica de distintas otras temáticas, ya que se podrían realizar analogías al respecto.
- Se construyó un modelo conceptual del sistema de transporte, que tiene la capacidad de responder a requerimientos de distintos índole como: análisis geográficos, cálculo de indicadores, solicitud de información, localización, etc. Cabe señalar que este modelo, no incorpora la definición de las operaciones en cada clase, por lo que aún no se encuentra completo para pasar la etapa de implementación. No obstante ello, este modelo es una aproximación real al modelo de datos que debería tener una IDE de transporte.
- Se diseñó el protocolo de construcción de BDGT, éste será de gran apoyo para los generadores de información de transporte, permitiendo construir BDG con información suficiente para distintos tipos de análisis. Este protocolo traerá consigo un ahorro importante en recursos de

procesamiento de BDG y en el aprovechamiento de la información existente.

4.2 Proyecciones

A partir de la realización de este proyecto, se detallan las siguientes líneas de acción:

- El incorporar a la información de transporte, sinérgicamente a los análisis geográficos urbanos, se abrirá la posibilidad de nuevos análisis y nuevos estudios, es decir, se enriquecerá la investigación con datos confiables, en cuanto a su interpretación y procedencia.
- Ya que existe una infraestructura de datos geospaciales de Chile (IDE), se recomienda realizar la implementación del modelo del sistema de transporte determinado en este proyecto, incorporando las operaciones y todas las mejoras a las posibles inconsistencias que se pudieran tener en una etapa de diseño como ésta.
- Incluir en las bases de licitación de proyectos de transporte, específicamente en los catastros de los elementos del sistema de transporte, su caracterización, al menos, como lo señala el protocolo, aunque no sea información que se vaya utilizar directamente en el estudio. Es decir, lo que se busca es que cada vez que se genere una BDG de transporte, esta se pueble con la información completa establecida en el protocolo, pensando en el beneficio mayor y no solo en el interés local del estudio.
- Digitalizar todos los elementos del sistema de transporte en Chile, en un formato Shapefile, sobre una cartografía base consensuada y de acuerdo a la forma geográfica recomendada en el protocolo. Ello permitirá poder utilizar esta digitalización en la generación de información, sólo teniendo el cuidado de dividir los elementos cada vez que sea necesario.

4.3 Limitaciones

En el transcurso de este proyecto se identificaron las siguientes limitaciones:

- Se realizó un diagnóstico de las BDGT considerando solo una muestra realizada por generadores de información de la Región del Biobío. Ello podría sesgar las recomendaciones realizadas luego al protocolo.
- Inexistencia de metodologías orientadas a discriminar que clases y atributos debían seleccionarse para conformar el modelo del sistema de transporte. Por lo cual fue necesario generar una metodología explorativa.

CAPITULO 5: ANEXOS

5.1 Categorías de Variables

En el Cuadro 5.1 se muestra la relación entre el código de la variable o atributo utilizados en los Cuadros 3.8 y 3.11, y el valor que toma la variable en dicho código.

Cuadro 5.1: Categorías de Variables según Clase o BDG

Clase – BDG - BD	Variables	Código	Valor	Referencia
Accidentes	Severidad	1	Fallecidos	(SERVIU, 2014)
		2	Graves	
		3	Menos Graves	
		4	Leves	
	Tipo	1	Atropello	
		2	Caída	
		3	Choque	
		4	Colisión	
		5	Volcadura	
		6	Otros	
	Causa	1	Conducir sin mantener distancia razonable	(Carabineros, 2013)
		2	Conducir no atento a las condiciones de tránsito	
		3	Pérdida del control del vehículo	
		4	Conducir en estado de ebriedad	

		5	Desobedecer señal Pare	
		6	Desobedecer luz roja del semáforo	
		7	No respetar derecho preferente paso de vehículo	
		8	Cambiar sorpresivamente pista circunvalación	
		9	Peatón cruza en forma sorpresiva o descuidada	
		10	Desobedecer señal Ceda el Paso	
		11	Otro	
Estacionamientos Automóviles	Tipo	1	Estacionamiento con tarificación	(SERVIU, 2014)
		2	Estacionamiento sin tarificación	
		3	Estacionamiento reservado	
		4	Prohibido estacionar	
Modo del Viaje	Tipo	1	Caminata	(SECTRA, 1999)
		2	Auto Chofer	
		3	Auto Acompañante	
		4	Bus Urbano	
		5	Bus Interurbano	
		6	Taxi Bus	
		7	Taxi Básico	
		8	Taxi Colectivo	

		9	Tren	
		10	Bus Institucional	
		11	Bus Escolar	
		12	Motocicleta	
		13	Bicicleta	
		14	Otros Modos Puros	
		15	Auto Acompañante – Taxibus Urbano	
		16	Auto Acompañante – Taxi Colectivo	
		17	Taxibus Urbano – Taxibus Urbano	
		18	Taxibus Urbano – Taxi Colectivo	
		19	Bus Urbano – Bus Urbano	
		20	Bus Urbano – Taxi Colectivo	
		21	Taxi Colectivo – Taxi Colectivo	
		22	Tren– Taxi Colectivo	
Pavimento de Vías	C1: Coeficiente de rugosidad	1	Perfectamente lisa	MIDEPLAN (2004)
		2	Algo rugosa	
		3	Medianamente rugosa	
		4	Rugosidad alta	
		5	Extremadamente rugosa	
	C2: Coeficiente de	1.0	Sin definición	
		1.5		
		2.0		

	agrietamiento	2.5		
		3.0		
		3.5		
		4.0		
	C3: Coeficiente de ahuellamiento	1.0	Sin definición	
		1.5		
		2.0		
		2.5		
		3.0		
	P: Índice de serviciabilidad	>0	Sin definición	
Propósito del Viaje	Tipo	1	Trabajo	SECTRA (2014)
		2	Estudio	
		3	Otro	
Usuario del Viaje	Tipo (De acuerdo al estrato social)	1	Alto	
		2	Medio	
		3	Bajo	

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Indicadores Urbanos, junto a las Clases y Atributos relacionados

En el Cuadro 5.2 se muestran los insumos de información requeridos para el cálculo de distintos indicadores urbanos.

Cuadro 5.2: Clases y Atributos para Calcular Indicadores de Movilidad

Indicadores ¹³	Clases	Clase: Atributos	Referencias
Número de paradas de autobús	➤ Paradas de bus ➤ Zonas de transporte	No especifica	Cantergiani, Rojas & Salado (2008).
Paradas por línea a cada 1000 habitantes	➤ Paradas de bus ➤ Líneas de bus	No especifica	

¹³ La descripción de cada indicador se encuentra en los textos de referencias.

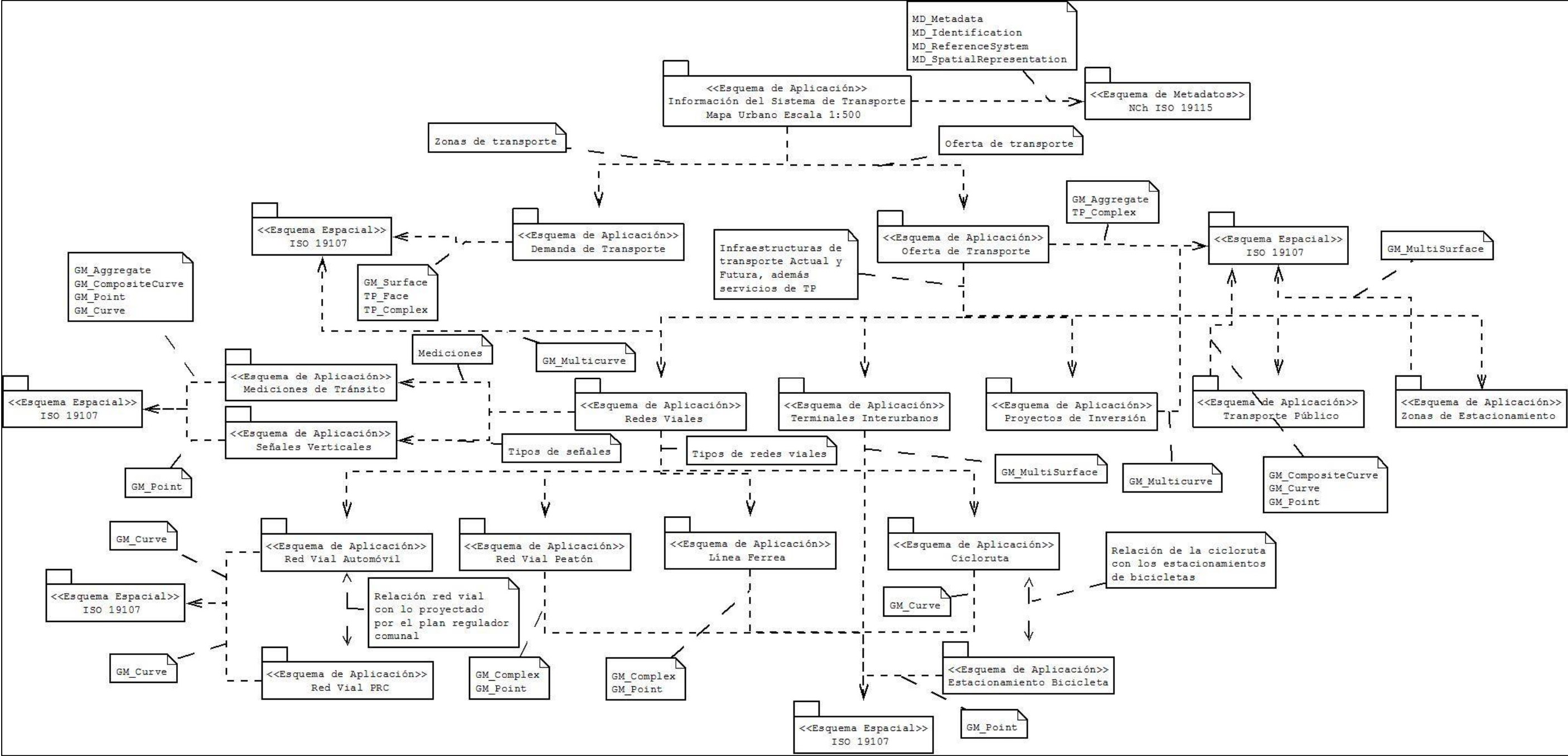
Población con fácil acceso al autobús	➤ Paradas de bus ➤ Red vial peatón ➤ Zonas de transporte	Red vial peatón: Distancia	
Frecuencia de paso de autobuses urbanos	➤ Paradas de bus ➤ Líneas de bus	Líneas de bus: Frecuencia.	
Índice de rodeo de la red de autobuses	➤ Rutas de bus ➤ Red vial ➤ Zonas de transporte	Rutas de bus: Distancia. Red Vial: Distancia.	
Grado de conectividad de la zona a un lugar específico	➤ Rutas de bus ➤ Zonas de transporte	Rutas de bus: Distancia. Zonas de transporte: Centroide.	
Viajes no motorizados	➤ Viajes ➤ Zonas de transporte	Viajes: Motivo, Modos. Zonas de transporte: Origen, Destino.	Díaz, Cantergiani, Salado, Rojas & Gutiérrez (2007).
Viajes no estructurantes no motorizados			
Viajes transporte público			
Viajes estructurantes en transporte público			
Tiempo medio de viajes	➤ Viajes ➤ Zonas de transporte	Viajes: Tiempo Zonas de transporte: Origen, Destino.	
Viario público destinado al tráfico del automóvil de paso y del transporte público de superficie	➤ Red Vial	Red Vial: Tipo (motorizados), Distancia, Ancho	Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2007).
Viario público destinado al peatón y otros usos del espacio público	➤ Red Vial	Red Vial: Tipo (peatón), Distancia, Ancho	
Acceso a paradas de transporte público de superficie	➤ Paradas de bus ➤ Red vial peatón	Red vial peatón: Distancia	
Acceso a red de bicicletas	➤ Red Vial bicicletas	No especifica	
Acceso y dotación de aparcamiento para el vehículo privado	➤ Red Vial ➤ Aparcamientos	Red vial: Distancia	

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Esquema de Integración y Esquema de Aplicación del Sistema de Transporte

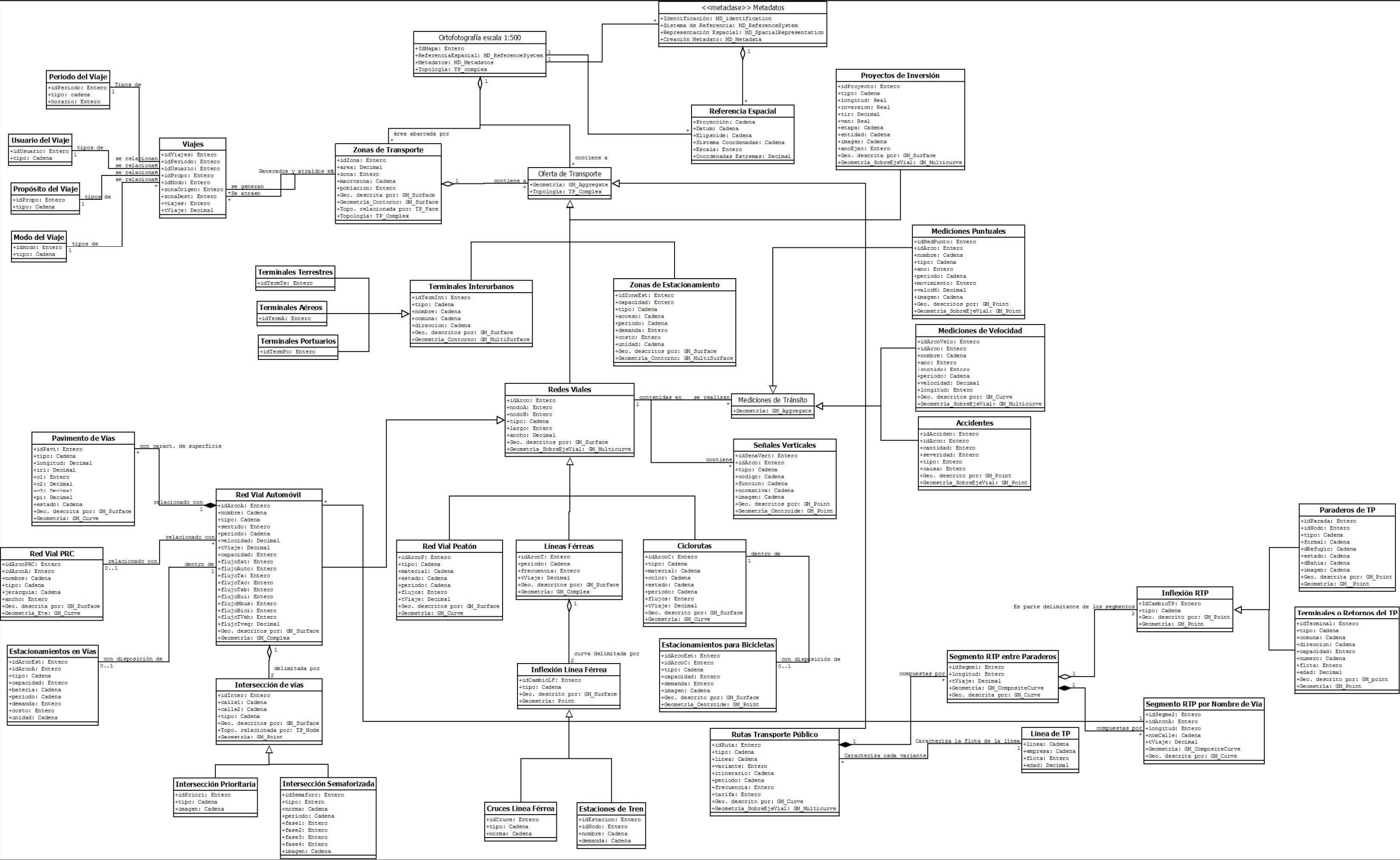
En este apartado se observan las Figuras 5.1 y 5.2, que detallan las estructuras de los esquemas de integración y de aplicación del sistema de transporte urbano.

Figura 5.1: Esquema de Integración de la Información del Sistema de Transporte



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.2: Esquema de Aplicación del Sistema de Transporte



Fuente: Elaboración Propia

BIBLIOGRAFÍA

- Adsuara, X., Zarrañuqui, L., Rivero, E. & Sosa, P. (2000, noviembre). Criterios generales para la integración del planeamiento urbanístico y territorial en un Sistema de Información Territorial (SIT). Segunda Conferencia sobre Sistemas de Información Territorial, Pamplona.
- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2007). Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. Recuperado de http://www.sevilla.org/urbanismo/plan_indicadores/0-Indice.pdf.
- Balmaceda, C. & Ponce de León, M. (2011). Modelo conceptual para la información edafológica. Estudio de caso: mapa nacional de suelos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Volumen (19), pp. 44-50.
- Cantergiani, C., Rojas, C. & Salado, M. (2008). Modelación en SIG de Indicadores de Transporte en el Marco de la Sostenibilidad Urbana. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. pp. 226-238.
- Carabineros de Chile. (2013). Anuario Carabineros de Chile. Recuperado de <http://www.educacionvial.cl/causas-de-accidentes.html>.
- Comisión de Transporte Urbano (ODEPLAN). (1988). Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU). Recuperado de <http://www.sectra.gob.cl/contenido/biblioteca/documentos/mespivu.zip>
- Díaz, M., Cantergiani, C., Salado, M., Rojas, C. & Gutiérrez, S. (2007). Propuesta de un Sistema de Indicadores de Sostenibilidad para la Movilidad y el Transporte

Urbanos. Aplicación mediante SIG a la Ciudad de Alcalá de Henares. Cuaderno de Geografía. Valencia. pp. 31-50.

Freitas, E. (2011). Relanzamiento del Boletín Infraestructura de Datos Espaciales – América Latina y el Caribe (IDE-LAC) en portugués. Recuperado de <http://mundogeo.com/es/blog/2011/09/26/boletin-ide-lac-ahora-disponible-en-portugues/>.

Global Spatial Data Infrastructure (GSDI). (2001). El Recetario IDE. Recuperado de www.gsdi.org/pubs/cookbook/recetario_es0515.pdf.

Gutiérrez, M. (2006, noviembre). El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos. GSDI-9 Conference Proceedings, Santiago, Chile.

Hyman, G., Perea, C., Rey, D. & Lance, K. (2002). Survey of the Development of National Spatial Data Infrastructures in Latin America and the Caribbean. Recuperado de <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc03/p1140.pdf>.

Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN). (2011a). NCh 19103: Información Geográfica – Lenguaje de Esquema Conceptual.

Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN). (2011b). NCh 19115: Información Geográfica – Metadatos.

International Organization for Standardization (ISO). (2001). ISO/TC 211 19101: Geographic Information — Reference Model.

International Organization for Standardization (ISO). (2003). ISO/TC 211 19107: Geographic Information — Spatial Schema.

Marqués, M. (2011). Bases de Datos. Castellón de la Plana: Universitat Jaume.

Ministerio de Planificación de Chile (MIDEPLAN). (2004). Manual de Mantenimiento de Vialidad Urbana.

Ministerio de Planificación de Chile (MIDEPLAN). (2010). Vectorización de Imágenes Satelitales de Alta Resolución.

Ocaña, R., Mundó, J. & Lusitano J. (2002). Metodología para la Creación de Sistemas de Información Geográfica en Transporte para la Planificación y la Gestión Urbana. FERMENTUM Mérida. Volumen (34), pp. 303-320.

Ordnance Survey (2013). Tendencias a futuro en la gestión de información geoespacial: La visión de cinco a diez años. Recuperado de <http://ggim.un.org/docs/UN-GGIM%20tendencias%20a%20futuro-%20DEF.pdf>.

Radilla, F. (2008). Modelado de datos para base de datos espaciales, Caso de estudio: Sistemas de Información Geográfica (Tesis Doctoral). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Departamento de Computación, México D.F.

Rigaux P., Scholl M. & Voisard A. (2002). Spatial Databases with Application to GIS. San Francisco: Elsevier Science.

Rodríguez, A. (2007, marzo). Las IDE como Evolución Natural de los SIG. Sistemas de Información Geográfica. Volumen (41), pp. 60-67.

Secretaría Ejecutiva de la IDE en Chile. (2012). Fortalecimiento de la Gestión de la Información Territorial en el Gobierno Regional del Bío Bío. Recuperado de <http://www.ide.cl/noticias-2/2012/item/fortalecimiento-de-la-gestion-de-la-informacion-territorial-en-el-gobierno-regional-del-bio-bio.html>.

Secretaría de Planificación de Transporte de Chile (SECTRA). (1999). Análisis de la Red Vial Básica del Gran Concepción. Recuperado de <http://sintia.sectra.gob.cl/>.

Secretaría de Planificación de Transporte de Chile (SECTRA). (2014). Actualización del Sistema de Transporte Urbano y Desarrollo de Anteproyecto, Etapa I, Osorno.

Servicio de Vivienda y Urbanismo de Chile (SERVIU). (2014). Mejoramiento de Gestión de Tránsito, Ecuador-Chorrillos, Puerto Montt.

Servicio de Vivienda y Urbanismo de Chile (SERVIU). (2014). Mejoramiento de Gestión de Tránsito Provincia de Llanquihue, Comuna de Llanquihue.

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial de Chile (SNIT). (2010, junio). Revista SNIT 2010, pp. 4-16.

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial de Chile (SNIT). (2011). Análisis de Plataformas Tecnológicas para Implementación IDE. Recuperado de <http://www.ide.cl/publicaciones/documentos/item/analisis-de-plataformas-tecnologicas-para-implementacion-de-ide.html>.

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial de Chile (SNIT). (2012). Documento Técnico de Aplicación de Normas Chilenas de Información Geográfica. Recuperado de <http://www.ide.cl/publicaciones/documentos.html>.

Universidad de Concepción (Udec). (2012). Plataforma Tecnológica para la Gestión Integral del Sistema de Transporte en la Región del Biobío.

UN-GGIM: Américas. (2013). What is PC-IDEA. Recuperado de <http://www.un-ggim-americas.org/index.php/component/downloads/finish/33-documentos-varios/308-what-is-pc-idea?Itemid=0>.

Valdés, S. (2010). Consultoría para la Generación de Coberturas SIG y Criterios Metodológicos para Estudios Complementarios a la Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile. Recuperado de <http://www.proyectogefareasprotegidas.cl/documentos/informes-y-publicaciones/>.

Zabala A., Masó J. & Pons X. (2003). Metadatos para Bases Cartográficas Digitales. Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Geografía. Recuperado de www.creaf.uab.es/miramon/.../MetadatosBasesDigitales_Zabala.pdf.