

ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

PLAN REGULADOR COMUNAL DE SAN FERNANDO

ABRIL 2021

INDICE

1.0	INTRODUCCION	3
2.0	METODOLOGIA	3
3.0	CONTEXTO GENERAL.....	4
3.1	CONTEXTO GEOGRÁFICO, POBLACIÓN, Y CONECTIVIDAD	4
3.2	ACCESIBILIDAD	5
3.3	DEMANDA DEL SISTEMA COMUNAL	14
3.4	OFERTA DEL SISTEMA COMUNAL	16
3.4.1	VIALIDAD ESTRUCTURANTE	16
3.4.2	ESTACIONAMIENTOS.....	19
3.4.3	TRANSPORTE DE CARGA	21
3.4.4	CICLOVIAS	21
3.4.5	OPORTUNIDADES Y RESTRICCIONES.....	22
4.0	ESCENARIO DE DESARROLLO URBANO.....	24
4.1	ANÁLISIS ESTRUCTURA VIAL	24
4.1.1	RED VIAL BÁSICA.....	24
4.1.2	PROPUESTA DEL PLAN	26
4.2	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA MAXIMA DE VIAJES AÑO 2028	29
4.2.1	MATRIZ DE VIAJE Y ZONIFICACIÓN	29
4.2.2	CALCULO DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES	33
4.2.3	MATRIZ DE VIAJES EN AUTOMOVIL AÑO 2028, PERIODO PUNTA MAÑANA.....	33
4.3	ANALISIS DE CAPACIDAD VIAL.....	34
5.0	ANÁLISIS GLOBAL	37
5.1	ASPECTOS GENERALES.....	37
5.2	ESCENARIO FUTURO	38
6.0	CONCLUSIONES	39
7.0	PUENTE NEGRO	40
8.0	TERMAS DEL FLACO	43

1.0 INTRODUCCION

El presente informe tiene como objetivo entregar los antecedentes necesarios para ser utilizados como memoria técnica para sustentar los aspectos relacionados al sistema de transporte en el marco de la actualización del Plan Regulador Comunal de la ciudad de San Fernando.

De acuerdo a la metodología sugerida en el documento “Capacidad Vial de los Planes Reguladores – Metodología de Cálculo”, MINVU 1997, la comuna de San Fernando puede clasificarse como una “Comuna Intermedia Urbana Diversificada”. De acuerdo a los antecedentes del Censo del 2002 (y su proyección al 2018), su población es de aproximadamente 74.700 habitantes, concentrando un alto porcentaje de la población comunal en áreas urbanas y dedicadas a diferentes sectores productivos.

En consecuencia, corresponde elaborar un análisis de transporte centrado en las vías e intersecciones que presentan mayor flujo y que se prevea más cargadas en el futuro producto de la aplicación del proyecto de PRC en estudio.

2.0 METODOLOGIA

Para garantizar, en materia de vialidad y transporte, que el PRC dará respuesta a las proyecciones de oferta vial y demanda del sistema urbano, acorde al flujo de personas y de vehículos esperado; este estudio se centra en la observación de la vialidad propuesta y considera tres aspectos de análisis: *accesibilidad, conectividad y capacidad*. Para ello nos enfocaremos en verificar que la estructura vial propuesta responda satisfactoriamente a la demanda estimada del sistema de transporte.

En términos de accesibilidad, al PRC le corresponde garantizar el soporte vial y el emplazamiento de las actividades más demandadas en relación a la localización de la población.

Por otro lado la conectividad vial, se entiende como la estructura jerarquizada del sistema, donde para el caso de un PRC, la jerarquía vial está establecida por la OGUC (Art. 2.3.2), la cual tiene una clasificación diferenciada por criterios funcionales. Y finalmente la capacidad vial, permite evaluar si la futura demanda vehicular puede ser soportada por el espacio disponible para infraestructura vial, el cual está dado por la capacidad máxima de las vías.

El análisis se hace sobre la estructura vial actual, que representa la forma en que la movilidad local se sirve del soporte existente. En este sentido se consideró como base de información, el estudio de “Análisis y desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito”, San Fernando por ICR Consultores LTDA Año 2012. El que cuenta con información respecto del catastro operacional, red de modelación y estructura de viajes, dada por las matrices calibradas del modelo, esto permite tener antecedentes de la oferta vial y comportamiento actual del sistema de transporte comunal, utilizando la red de transporte como base para incorporar las vialidades proyectadas.

La demanda vehicular se estima sobre la base de la zonificación del área de análisis y una proyección de crecimiento máximo de la ocupación urbana en un escenario de 10 años bajo la aplicación de las normas urbanísticas de usos de suelo y densidades que formula la propuesta del PRC. Esto lleva a una estructura de viajes conforme a localización de orígenes y destinos y el volumen vehicular asociado.

Finalmente, se verifica la propuesta de estructuración vial que hace el PRC la que se centra en la capacidad general del sistema para acoger la demanda de viajes.

Para el caso de las otras localidades consideradas dentro de la actualización del Plan, el análisis sólo se hace sobre la estructura de accesibilidad y conectividad del sistema, dado que la futura demanda vehicular no se estima lo suficientemente alta como para generar conflictos de saturación en su red vial.

3.0 CONTEXTO GENERAL

3.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO, POBLACIÓN, Y CONECTIVIDAD

Ubicada en la VI Región del Libertador B. O'Higgins, aproximadamente a 132 km de Santiago y 54 kilómetros de Rancagua. San Fernando cuenta con una superficie de 2441 km² y una población aproximada de 74.700 habitantes (población proyectada al 2018).

La conectividad de la localidad se ve favorecida por una red intercomunal que facilita la conectividad y accesibilidad.

Sus accesos están dados principalmente por la Ruta-5 que posee cuatro enlaces que la conectan con San Fernando, el acceso ubicado al sur de la comuna se enlaza con la ruta 90, ex Ruta I-50, un segundo acceso que la comunica con Manuel Rodríguez, vía estructurante de la comuna, un tercer enlace que la conecta con la Ruta I-301 y finalmente un enlace ubicado al norte de la comuna que la conecta con la Av. Bernardo O'Higgins, también parte de la vialidad estructurante de la comuna. Todos estos enlaces están controlados por plazas de peajes laterales de la concesionaria Intervial Chile.

Por su parte el acceso desde el Poniente está dado por la Ruta I-400, vialidad que conecta las localidades interiores de Lo Moscoso, Tinajas, El Calabozo y lo Rulos.

San Fernando se aprecia en términos viales con una conectividad apropiada desde todos los sentidos cardinales, que la enlazan a los centros poblados de la costa, cordillera, norte y sur del país.

Las principales rutas que permiten dicha conexión son:

Ruta 90 (ex Ruta I-50): eje estructurante que conecta a la comuna de San Fernando con las localidades de Placilla Nancagua, Santa Cruz, Palmilla y Pichilemu.

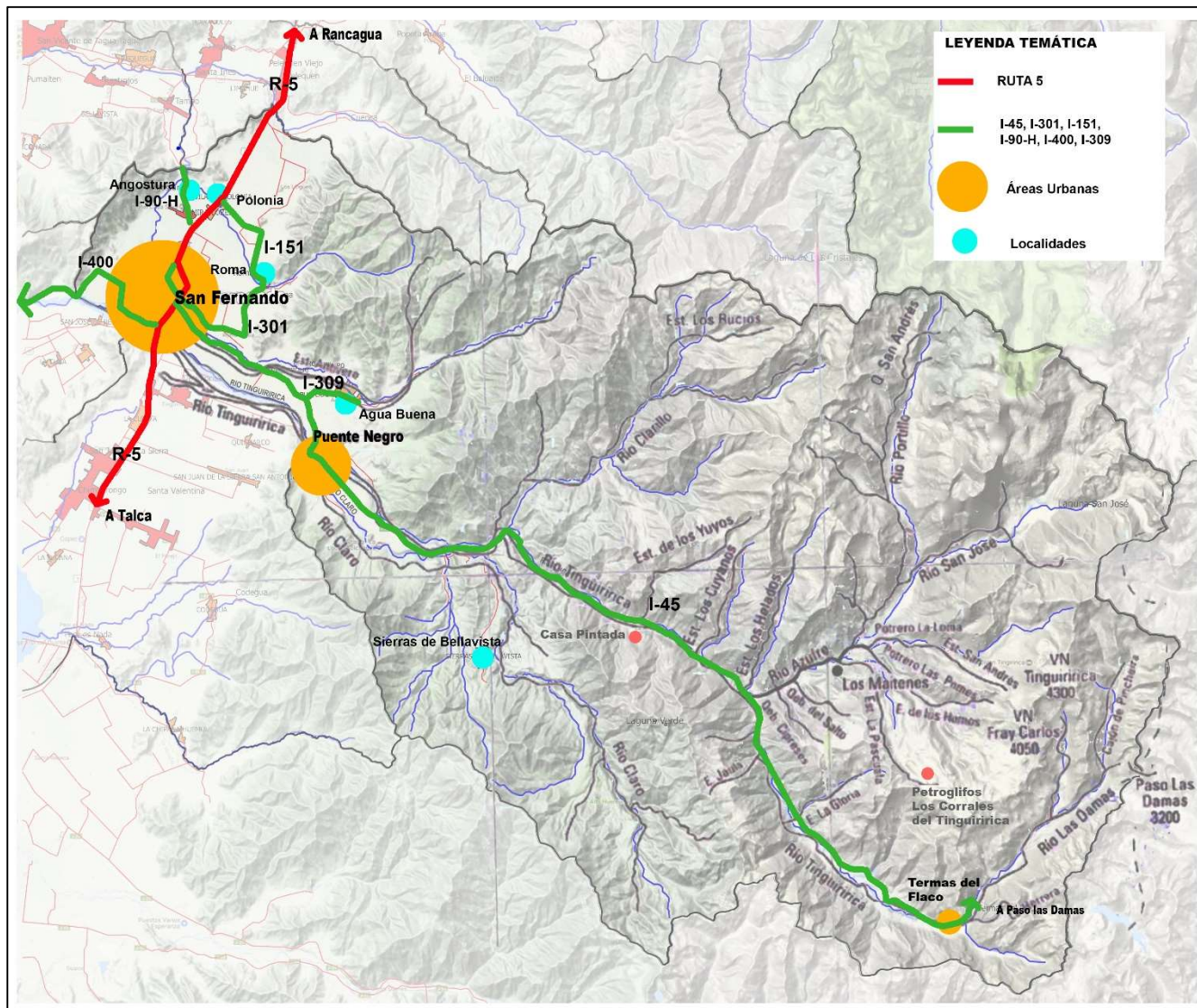
Ruta 5: Principal arteria de comunicación terrestre del país, a la altura de San Fernando conecta con la Ruta 90, Ruta I-45, Ruta I-301 y Av. Bernardo O'Higgins.

Ruta I-45: Ruta de acceso a sector cordillerano, une las localidades de Puente Negro y Termas del Flaco, atractivo turístico de la zona. Vía asfaltada hasta Puente Negro y posteriormente continúa de Ripio hasta las Termas.

Ruta I-301: Vía que une las localidades de Las Rosas, Roma Arriba y San José de Los Lingues.

Ruta I-400: Vía conectora de las localidades de Lo Moscoso, Tinajas, El Calabozo y lo Rulos.

FIGURA N° 1 CONECTIVIDAD INTERCOMUNAL



Fuente: Elaboración Propia

3.2 ACCESIBILIDAD

3.2.1 TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR

La accesibilidad es una condición de relación entre las personas y la ubicación de la ofertas de equipamiento y servicios, es decir, entre los centros poblados y los centros jerárquicos o equipados a nivel comunal. El nivel de accesibilidad a la red vial, condiciona entonces, el desarrollo urbano y territorial de la comuna.

La accesibilidad a la comuna está dada principalmente por la cobertura de transporte público que se tenga y por la frecuencia que posea, de esta manera será más fácil acceder a la localidad si se cuenta con un servicio de transporte que no solo llegue al lugar, sino que además lo haga con una mayor regularidad.

San Fernando posee un servicio de transporte público extenso que opera dentro del radio urbano de la comuna, conformado por servicios de carácter urbano, rural e interurbano.

El transporte público a nivel **Intercomunal** funciona con dos terminales de buses, el Terminal Mayor o Rodoviario, ubicado en la esquina de Manso de Velasco con Rancagua en el cual operan distintos servicios desde y hacia las ciudades de Santiago, Rancagua, Curicó, Talca, Temuco, P. Montt, Concepción. Las empresas que manejan estos servicios se presentan en la tabla siguiente:

TABLA N° 1 SERVICIOS DE TRANSPORTE INTERURBANO

ANDIMAR	EXPRESO SANTA CRUZ
JET SUR	NILAHUE
PULLMAN DEL SUR	PULLMAN EL HUILQUE
PEÑABLANCA	TUR BUS
CRUZ DEL SUR	CÓNDOR BUS
RÍOS DEL SUR	TRANSPORTES LMC

Fuente: Plan de Desarrollo Turístico San Fernando PLADETUR 2015 – 2019

A nivel **Rural**, por otra parte, opera un segundo terminal, “Terminal Menor”, que se emplaza en el cruce de la calle Rancagua con Quechereguas y a éste llegan servicios de taxibuses rurales y taxis colectivos. Posee dos accesos, uno por calle Rancagua, usado principalmente por taxis colectivos y el segundo por la calle Quechereguas, por el que ingresan y salen los taxibuses que prestan servicios a los sectores rurales de Chimbarongo, Placilla, Santa Cruz, Chepica, etc.

Se reportan 19 servicios troncales y 32 servicios variantes, información obtenida del estudio “**Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando**” Las Tablas siguientes presentan esta información

TABLA N° 2 SERVICIOS TRANSPORTE RURAL

LINEAS DE TAXI BUSES RURALES N° FOLIO	TIPO TRAZADO	TIPO DE PERSONA	NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION	COMUNA
500015	V	Natural	Eladio Serce Medina	MANSO DE VELASCO 1012	S. Fernando
500018	V	Natural	Juan Serce Cantillana	CARDENAL CARO 984	S. Fernando
500027	V	Natural	Carlos Cabello	TRES MONTES N°919	S. Fernando
500038	T	Natural	Gloria Araya Díaz	JAVIERA CARRERA 341	Chimbarongo
500039	V	Natural	Oliver Ogaz Sandoval	AV. ARTURO PRAT 311	Coltauco
500045	T-V	Natural	Pedro Galvez Pereira	CAMINO PUBLICO ROMA S/N	S. Fernando
500051	V	Natural	Rosa González Vargas	DR MAXIMO VALDES 990	Chimbarongo
500081	V	Natural	Cristian Saavedra Fuenzalida	LO MOSCOSO S/N	Placilla
500086	T-V	Natural	Marcelo Pinto Lazo	villa san basilio 2 pje el yugo n°302	S. Fernando
500089	V	Natural	Paula Arenas Guzman	av.julio fernandez s/n agua buena	S. Fernando
500099	T	Jurídico	Transportes Zamorano Ltda.	los linguez s/n	S. Fernando
500102	T-V	Jurídico	Pransportes-Pasajeros Chimbarongo Ltda.	javiera carrera 330	Chimbarongo

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

TABLA N° 3 SERVICIOS TRANSPORTE RURAL, CONTINUACIÓN

LINEAS DE TAXI BUSES RURALES NO FOLIO	TIPO TRAZADO	TIPO DE PERSONA	NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION	COMUNA
500114	V	Natural	Juan Ferrari Correa	CALLE CORREA S/N PUENTE NEGRO	S. Fernando
500116	T-V	Natural	Rodrigo Poblete Campo	CAMIRUAGA CORTINA PJE. 2 CASA 19	Chimbarongo
500117	T-V	Natural	Felipe Reyes Núñez	CAMINO INTERNACIONAL S/N PUENTE NEGRO	S. Fernando
500118	T	Natural	Demetrio Caveró Vallejos	Rastrojos S/N	San Vicente
500121	T	Natural	Francisco Martínez Muñoz	VILLADOLID 033 VILLA ESPAÑA	S. Fernando
500124	T	Natural	Carlos Silva Guzman	DIAZ BESOAIN 285	Santa Cruz
500126	T	Natural	Rubén Acuña Salinas	Padre Hurtado n°3563 Estacion Central	Estación Central
500139	T	Natural	Iván Díaz Marín	POBLACION ARTURO PRAT N°16 RASTROJO	San Vicente
500153	T	Natural	Manuel Muñoz Gómez	EL CUADRO S/N	Chépica
500158	T	Natural	Pedro Landeros Poblete	MIRAFLORES 709	Chimbarongo
500168	T	Natural	Carlos Pavez Turrieta	MAXIMO VALDES 990	Chimbarongo
800021	T-V	Jurídico	Soc. Moral Ltda.	CARDENAL CARO	S. Fernando
800043	T	Natural	Juan Ferrari Correa	CALLE CORREA S/N PUENTE NEGRO	S. Fernando
800073	T-V	Natural	Luis González Fuentes	POBL. PABLO NERUDA CALLE FERNANDO GUZMAN 1352	Chimbarongo

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

A nivel **Urbano**, de acuerdo al Estudio “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión de Tránsito, San Fernando”, operan 4 servicios troncales con alrededor de 90 buses, los que se desplazan principalmente dentro de la ciudad por los ejes Manuel Rodríguez, Negrete, J. Jiménez y Manso de Velasco.

La Tabla N°4 presenta la información de las empresas que operan en la comuna de San Fernando con servicios de Transporte urbano, mientras que la Figura n°3 muestra la cobertura del transporte público de la ciudad de San Fernando.

TABLA N° 4 SERVICIOS DE TRANSPORTE URBANO

LINEAS DE TAXI BUSES URBANOS N° FOLIO	TIPO TRAZADO	FLOTA	DIRECCION	COMUNA	NOMBRE PROPIETARIO	NOMBRE FANTASIA
400003	T	41	AV. JULIO FERNANDEZ S/N AGUA BUENA	San Fernando	JAIME ALEJANDRO ARENAS GUZMAN	---
400012	T	16	SAN PABLO 0186 VILLA SAN MARCO	San Fernando	ALONSO OMAR AGUAYO LA PAZ	---
400013	T	28	RUTA I 45 PARCELA 6	San Fernando	Transportes de Pasajeros Ricardo Aguayo E.I.R.L.	Trans San Fernando
800063	T	13	RENATO GAONA 575 VILLA ESTER	San Fernando	VENEGAS FARIAS ARTURO DANIEL Y OTROS	SOC. DE Transporte De Pasajeros Express

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

3.2.2 Transporte Público Menor

En el caso de la locomoción colectiva menor, existen servicios rurales y urbanos, cuyos recorridos están dados por un circuito local y paradas establecidas dentro de la comuna, que permiten dar cobertura a los desplazamientos internos y externos.

Para los servicios de Taxicolectivos **Urbanos**, según la información obtenida del Estudio “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión de Tránsito, San Fernando”, en San Fernando, se reportan 5 servicios troncales y 5 servicios variantes, en total en la ciudad circulan 11 recorridos que cubren la totalidad del radio urbano de San Fernando.

La TABLA N° 5 presenta las líneas de taxicolectivos que operan en la Comuna, mientras que . La Figura N° 3 presenta las coberturas de las líneas de taxicolectivos que operan en la Comuna.

TABLA N° 5 SERVICIOS TRANSPORTE TAXICOLECTIVOS URBANOS

LINEAS DE TAXIS COLECTIVOS, SAN FERNANDO N° FOLIO	LINEA	FLOTA	TIPO TRAZADO	NOMBRE	NOMBRE FANTASIA	DIRECCION DESTINO
73	104	87	T – V	S.T.I.T.C. San Cristóbal. San Fernando	SITACO SAN CRISTOBAL	RUTA I 45 N° 3251 PEDEHUE
77	103	92	T – V	A. G. de Empresarios de Taxis Colectivos San Fernando	TACOUR	Monseñor Larrain esq. El Roble V. Centinela
82	101	53	T – V	Sind N°1 Trab. Indep. Dueños de Taxis y Act. Similares, Francisco Valencia A.	---	V. Centinela Sur M. Larrain s/n Esq. El Roble
83	102	83	T – V	A.G.T.C SAN FERNANDO	---	Monseñor Larrain esq. El Roble
130	105	89	T – V	Empresa de Servicios de Taxis Colectivos San. Fdo. Ltda. Servitaco	SERVITACO	RUTA I 45 KILOMETRO 3

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

TABLA N° 6 SERVICIOS TRANSPORTE TAXICOLECTIVOS RURALES

N° FOLIO	LINEA	FLOTA	TIPO TRAZADO	NOMBRE	COMUNA	DIRECCION
12		6	T	A.G.T.C.I. SAN FERNANDO SANTA CRUZ Y AGRUPADOS	S. Fernando	Quechereguas esq. Rancagua
46	46 V-B	22	V	TRANSPORTES COLECTIVOS FAMILIARES LTDA.	S. Fernando	Negrete 1420
51		11	T-V	EMTACOCHI LIMITADA	S. Fernando	Terminal El Loro Rancagua esq. Quechereguas
800068		8	T-V	SOC. DONOSO GAMBOA MANUEL JOEL Y OTROS	S. Fernando	Sin / Dirección
16	C-541 C	0	V			
17		21	V	A.G.Pequeños Empresarios Taxi Colectivos Nancagua	Nancagua	Calle Rancagua esq. Quechereguas
21		27	T	S.T.I.T.C. N°1 PICHIDEGUA PEUMO SAN VICENTE Y VARIANTES	Pichidegua	Independencia S/n
37		20	T	EL LIBERTADOR LTDA	Pichidegua	Lord Cockrane 12 pobl 21 de mayo
1114		5	T	S.T.I.T.C N°1 RENGO	Rengo	Francisco Ruiz 940 villa los cristales
800082		14	T	Soc. de Taxis Colectivos San Vicente Ltda.	Sin Definir	---

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito año 2012

3.2.3 TRANSPORTE PÚBLICO PUENTE NEGRO Y TERMAS DEL FLACO

Con respecto al transporte público de las localidades de Puente Negro y Termas del Flaco es importante mencionar que dada la ubicación de estos centros poblados en torno a la vía intercomunal I-45, las paradas establecidas, se encuentran ubicadas dentro de esta misma vialidad.

Desde el terminal de buses Menor de San Fernando, salen Taxibuses y Taxicolectivos, cuyo recorrido termina en el sector de Pantruca en Puente Negro. Tres veces por semana el recorrido se extiende hasta el sector de Sierras de Bellavista.

3.3 DEMANDA DEL SISTEMA COMUNAL

Considerando la información proveniente del Estudio “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando”, es posible hacerse la idea de cómo es demandado el sistema vial de la comuna.

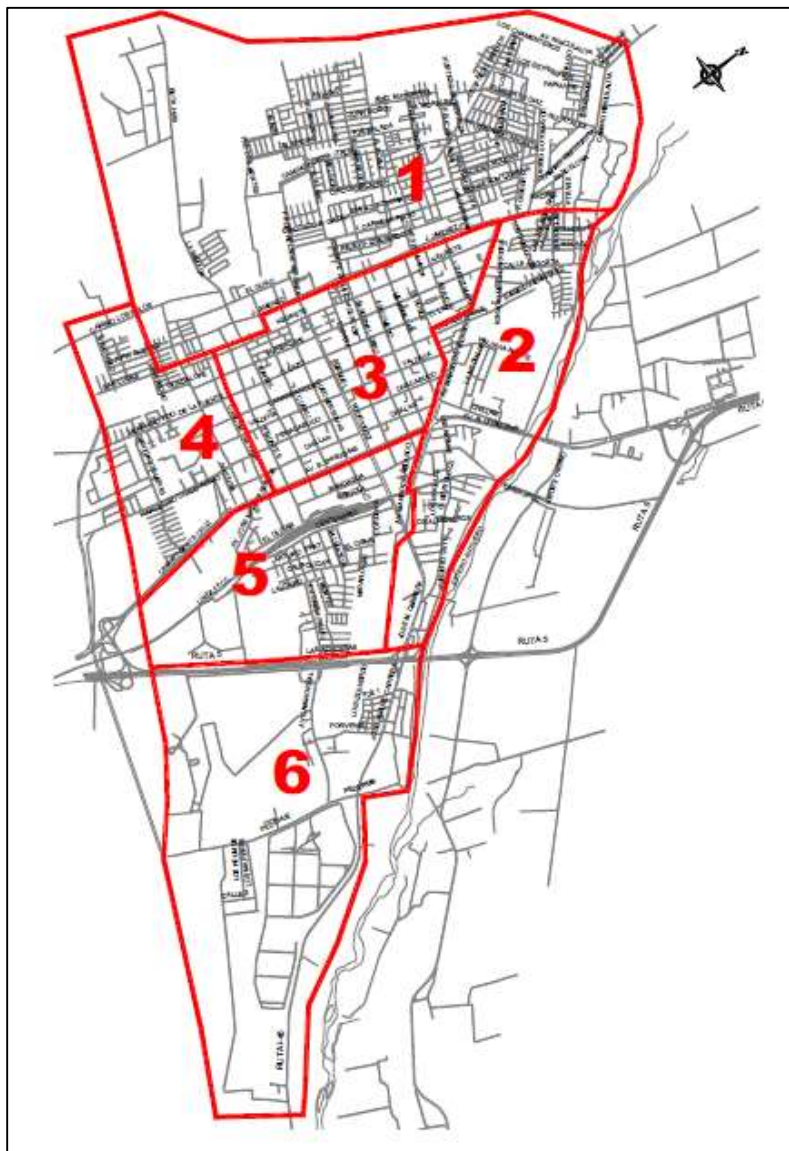
Dicha información fue trabajada en macrozonas descritas en la TABLA N° 7. Mientras que la FIGURA N°4 representa gráficamente dicha información.

TABLA N° 7 MACROZONAS SAN FERNANDO

MACRO-ZONA	NOMBRE	ABREVIACIÓN
1	Poniente	PON
2	Norte	NOR
3	Centro	CEN
4	Sur	SUR
5	Centro - Oriente	CORI
6	Oriente	ORI
7	Externas	EXT

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

FIGURA N° 4 MACROZONAS SAN FERNANDO



Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito año 2012

Posteriormente, con la información de las matrices calibradas para vehículos livianos se realizó el análisis en términos del comportamiento de los viajes según Origen –Destino, concluyendo que la macrozona que más viajes genera y atrae corresponde a la del centro, con viajes totales, en un rango de entre 2600 y 3500 veh/hr que corresponde a una participación entre el 30% y 38% del total de viajes. La macrozona externa presenta valores de entre 1400 y 2100 (veh/hr) con una participación en el total de los viajes del orden de entre el 17 % y 21 %.

El estudio también hace un análisis de la distribución de los viajes asociados a una zonificación externa, concluyendo que la zona externa norte, es la que manifiesta mayor relevancia, con viajes generados entre 220 y 370 veh/hr, correspondientes a una participación de entre un 30% a 35%, y viajes atraídos de 200 a 400 veh/hr. Correspondientes a un porcentaje de entre el 26% al 40% de los viajes totales.

3.4 OFERTA DEL SISTEMA COMUNAL

3.4.1 VIALIDAD ESTRUCTURANTE

Para el análisis de la estructura vial de San Fernando, se hace necesario conocer la red vial básica sobre la cual se debe evaluar su suficiencia y requerimientos de ampliación o mejoramiento, considerando las vías principales en las cuales se producen movimientos de transporte privado, transporte público y transporte de carga.

La oferta vial existente corresponde a la red de calles que configuran la estructura de la ciudad de San Fernando, en este sentido se hace presente que, en la revisión de terreno y el cruce de la información del Plan Regulador vigente, nos permite evidenciar donde el desarrollo inmobiliario no ha mantenido el trazado de la vialidad estructurante propuesta por el PRC. Esto determinará que en el proceso de diseño del Plan se evalúen diferentes alternativas para poder dotar de una red jerarquizada, que permita adecuadamente el desplazamiento y movilidad de los diferentes medios de transporte como del emplazamiento de los diferentes usos de suelo que, según su carga de ocupación, deben enfrentar vías de carácter estructurante. La FIGURA N° 5 siguiente presenta gráficamente los puntos de conflicto visualizados en la red.

En relación a los puntos de conflicto, estos corresponden principalmente a la falta de continuidad de las calles o que se ha desarrollado en perfiles menores a los propuestos por el PRC, algunas de las vías que presentan estos problemas son las siguientes: en el sentido Oriente poniente las calles Avenida Uno, El Roble, Manuel Rodríguez, Circunvalación Sur y Las Camelias, en sentido norte sur las calles Circunvalación Poniente, Calle Poniente (Av. Juan Godoy) y Leopoldo Urrutia. La mayoría de estas vías se ubican en el sector poniente de la ciudad y corresponde a las áreas de desarrollo inmobiliario de viviendas económicas o con subsidios.

En Cuanto a las barreras físicas para la conectividad oriente poniente se encuentran la calle Juan Jiménez, la Línea Férrea y las Ruta 5, sin embargo, esta última posee 4 atravesos bajo nivel que permiten una articulación con el sector oriente de la ciudad, además se identifican algunos predios que por sus características pueden ser más complejos de gravar con vialidad proyectada como son el terreno del Regimiento de Infantería N°19 ubicado en Manuel Rodríguez, entre la Línea Férrea la Ruta 5 y el de las petroleras de ENAP ubicado en la ruta I-45 al sur oriente de la ciudad, fuera del límite urbano vigente.

Avda. Bernardo O'Higgins, Avda. Manuel Rodríguez, Avda. Manso de Velasco, Callejón Los Palacios y Calle Yumbel, son ejes que constituyen parte de la estructura vial en la que la movilidad se sustenta y las actividades de comercio y servicio se desarrollan.

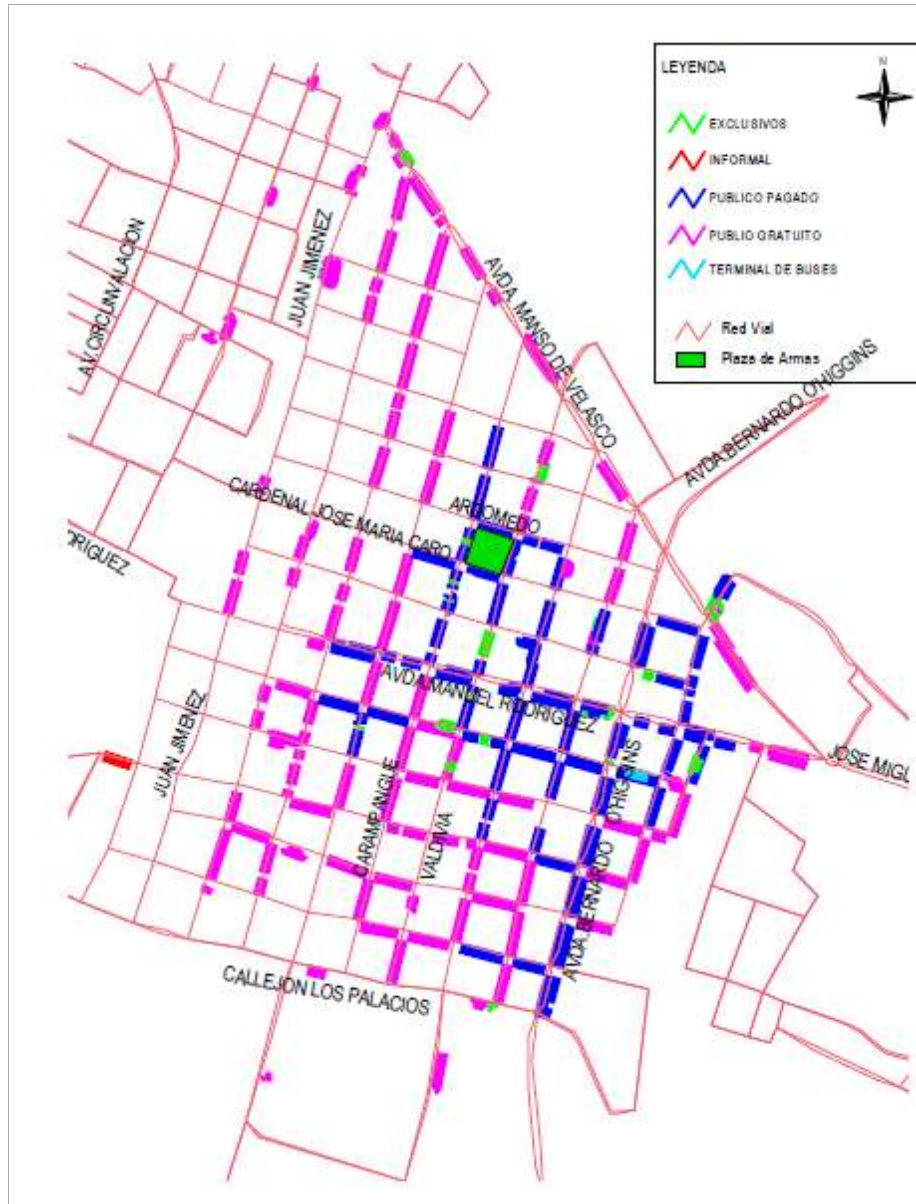
La trama urbana de la comuna, se desarrolla en forma de damero fundacional, estructurándose con ejes perpendiculares a Manuel Rodríguez y Bernardo O'Higgins, principales vías de la ciudad.

De acuerdo al estudio efectuado por ICR (Año 2010) el crecimiento de la ciudad se desarrolló principalmente, por la necesidad de vivienda social que se ha desarrollado, principalmente en la periferia, teniendo como consecuencia la superación del límite urbano.

Se observa un crecimiento urbano discordante con la trama urbana existente en los sectores céntricos que tiene como consecuencia, la ocupación de terrenos, que si bien generan conexiones viales en función de la nueva demanda, se desarrolla de manera desordenada y poco planificada.

A continuación, en la Figura N°6, se presenta la red vial que se utilizará como base.

FIGURA N° 7 DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONAMIENTOS



Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012

3.4.3 TRANSPORTE DE CARGA

El transporte de carga en la ciudad de San Fernando, está normado por la Ordenanza Local de Carga y Descarga, tránsito Peatonal y Vehicular en la Comuna de San Fernando”, que establece algunas restricciones al tránsito de camiones.

3.4.4 CICLOVIAS

Hoy en día las políticas de desarrollo urbano apuntan a ciudades inclusivas y armónicas en términos de convivencia de espacios tanto para resolver los conflictos peatón – vehículo, como bicicleta-vehículo.

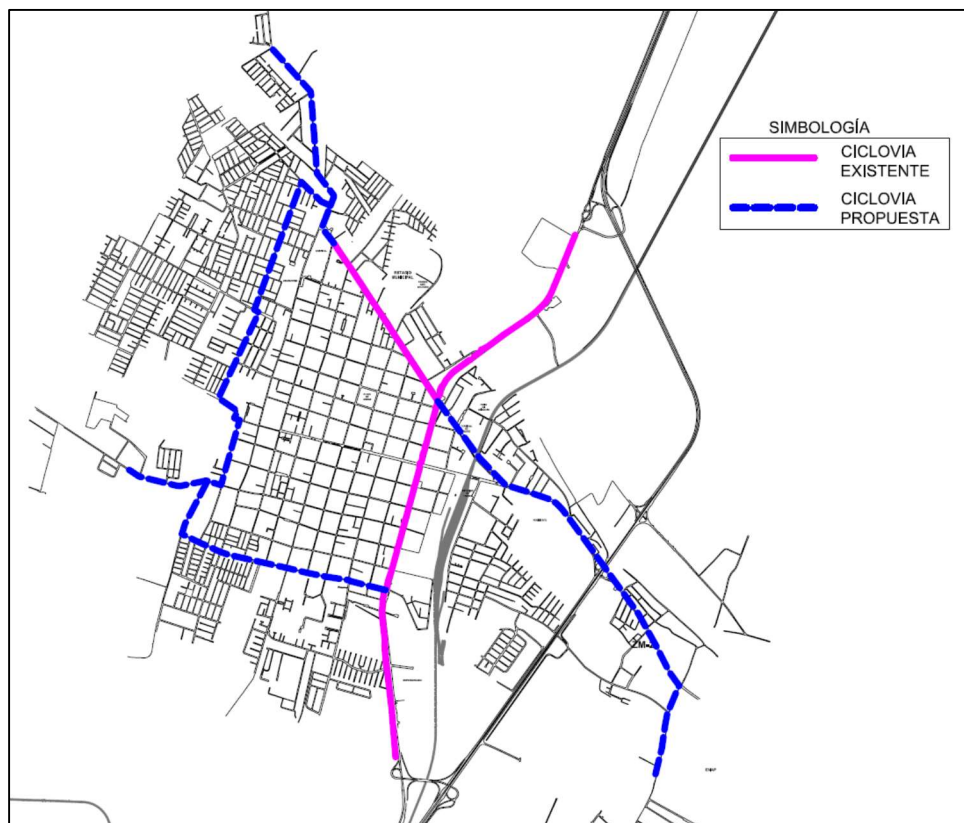
En lo que respecta a este último conflicto, en abril de 2015 el ministerio de Vivienda y Urbanismo publicó el “Manual de Diseño de ciclovías de Alto Estándar” en la que entrega lineamientos de cómo generar vialidades ciclo-inclusivas.

En el estudio, “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando”, se propuso una red de ciclovías que permitiría generar un circuito integrado de manera tal de facilitar la conectividad.

Si bien, actualmente ya existen implementadas ciclovías en algunos sectores de los ejes O’Higgins y Manso de Velasco, no se considera suficiente infraestructura para la movilidad de estos viajes. Por consiguiente, el estudio, antes mencionado, complementó las ciclovías ya existentes, con la proyección de las mismas por los ejes O’Higgins, Manso de Velasco, Nincunlauta, Monseñor Larraín, El Quilo, camino Los Rulos, La Ramada y Mario Palacios.

La Figura N°8 presenta la propuesta de la red de ciclovías .

FIGURA N° 8 RED DE CICLOVIAS



Fuente: Elaboración Propia en base a estudio Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando año 2012 y fotointerpretación imagen año 2016

Es importante destacar que, el concepto de ciclo vía, actualmente ha cambiado, y ya no es meramente un concepto físico independiente, sino más bien una característica de la vía en términos de velocidad y volumen vehicular. Por lo tanto la segregación va directamente asociada a estos parámetros, considerando que a mayor velocidad, mayor segregación. El 11 de Noviembre del presente año, entra en vigencia la Ley de Convivencia vial que tiene por objetivo mejorar la relación de los distintos modos de transportes que circulan en la ciudad, equiparando el espacio vial y de esta manera, evitar los conflictos que se generan a diario entre ciclistas, peatones y conductores cuando se mueven por la ciudad.

Bajo este nuevo concepto, se plantea que “Toda la vialidad urbana debe ser ciclo-inclusiva”. Por lo tanto debe ser segura y cómoda para el ciclista y para ello es necesario combinar medidas de gestión como de infraestructura según sea el caso.

Una red ciclo-inclusiva estará compuesta por vías de tránsito compartido, vías con pistas exclusivas segregadas y vialidad para uso exclusivo de bicicletas y vehículos similares.

La generación de facilidades para los trayectos del modo bicicleta, que en la práctica son una real alternativa de movilidad para los habitantes de la comuna, debe ser abordada como una necesidad y por ende proyectar en base a la nueva normativa.

3.4.5 OPORTUNIDADES Y RESTRICCIONES

La ciudad de San Fernando, se ve favorecida con una red vial intercomunal consolidada que genera una conectividad desde y hacia los principales centros poblados tanto de la región como fuera de ella. El transporte público entrega a la comuna una amplia cobertura que favorece la accesibilidad.

En cuanto a la vialidad comunal, es posible observar en el plano, que el eje Juan Jiménez se constituyó en su momento como una vía de borde del trazado original de la ciudad, que posteriormente fue insertándose en la misma al iniciarse, hacia el sector poniente, un explosivo aumento de proyectos de vivienda social que se descuelgan de la estructura de damero fundacional generando una desconexión en la trama vial que entorpece la circulación de los flujos en sentido poniente- oriente y viceversa.

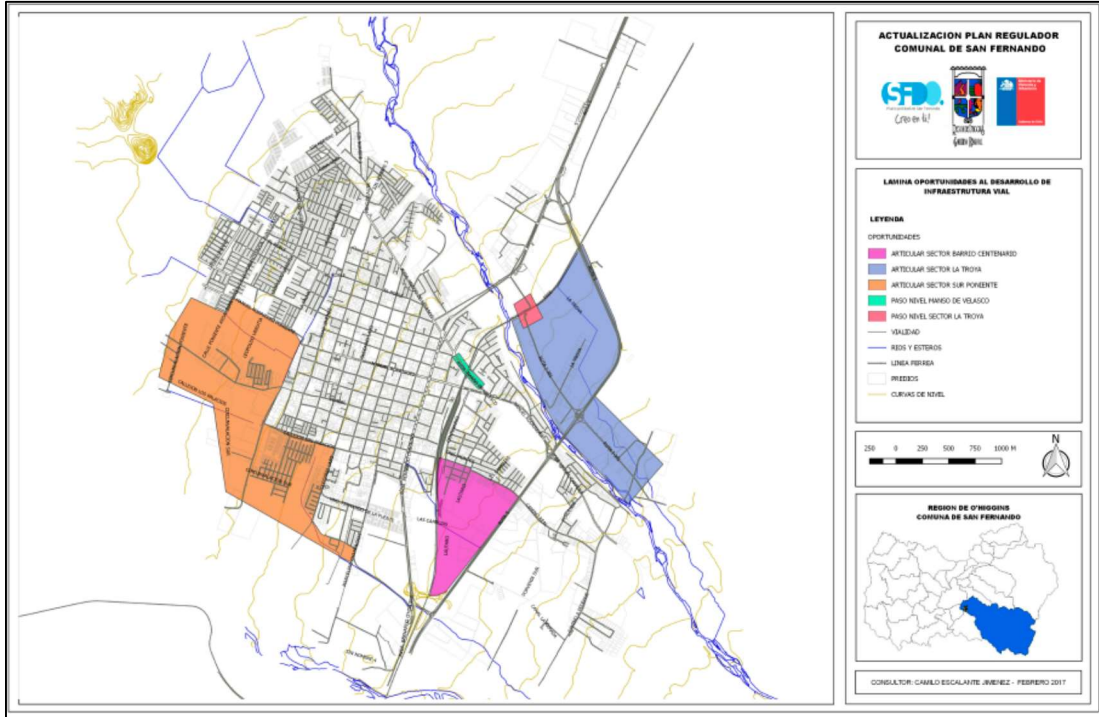
Juan Jiménez, la línea férrea y la Ruta 5 vienen a constituirse como barreras físicas para la ciudad, sumándose otras restricciones en ciertos sectores de la comuna, como por ejemplo el predio en el que se encuentra el Regimiento, que se constituye como un “tapón” para el desarrollo de trazados viales continuos o el paso bajo nivel Manso de Velasco que actualmente se encuentra inactivo y que en cierta medida nuevamente afecta la conectividad O-P.

A pesar de lo anterior, es posible observar que el nuevo PRC comunal, genera ciertas oportunidades en el ámbito vial, que permitirán mejorar la conectividad O-P y viceversa, articulando el sector sur- poniente con algunos posibles predios a desarrollarse.

Si bien actualmente, y tal como se mencionó anteriormente, el paso bajo nivel de Manso de Velasco se encuentra sin operar, en un futuro próximo generará también una continuidad a los flujos que circulan en sentido oriente – poniente y viceversa. El paso bajo nivel ubicado en el sector de La Troya, se constituye también en una oportunidad de articulación de dicho sector, es decir la oportunidad que el plan entrega a la determinación de la vialidad estructurante.

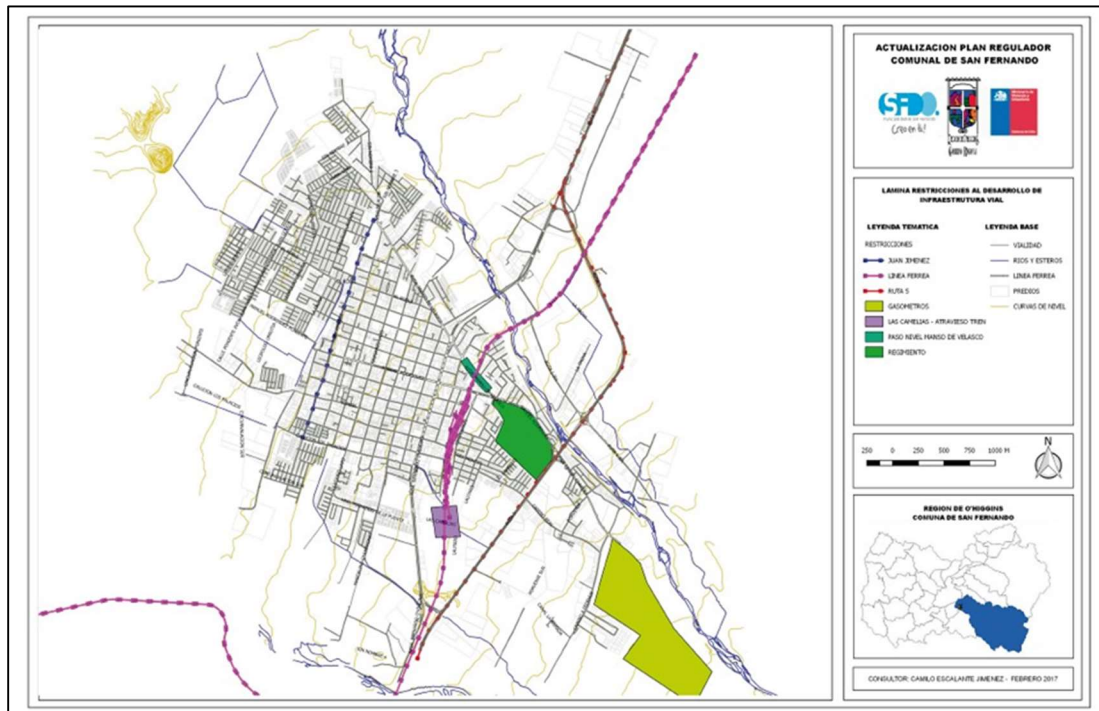
Las figuras siguientes muestran gráficamente oportunidades y restricciones de la ciudad en términos de desarrollo vial.

FIGURA N° 9 OPORTUNIDADES



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 10 RESTRICCIONES AL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL



Fuente: Elaboración Propia

4.0 ESCENARIO DE DESARROLLO URBANO

Para establecer el escenario de desarrollo urbano, analizarán todos los componentes operacionales, que en su conjunto, permitirán dar mayor fluidez y conectividad a la comuna.

Es así como el análisis vial se desarrollará en función de los requerimientos de la comuna y de la mirada experta.

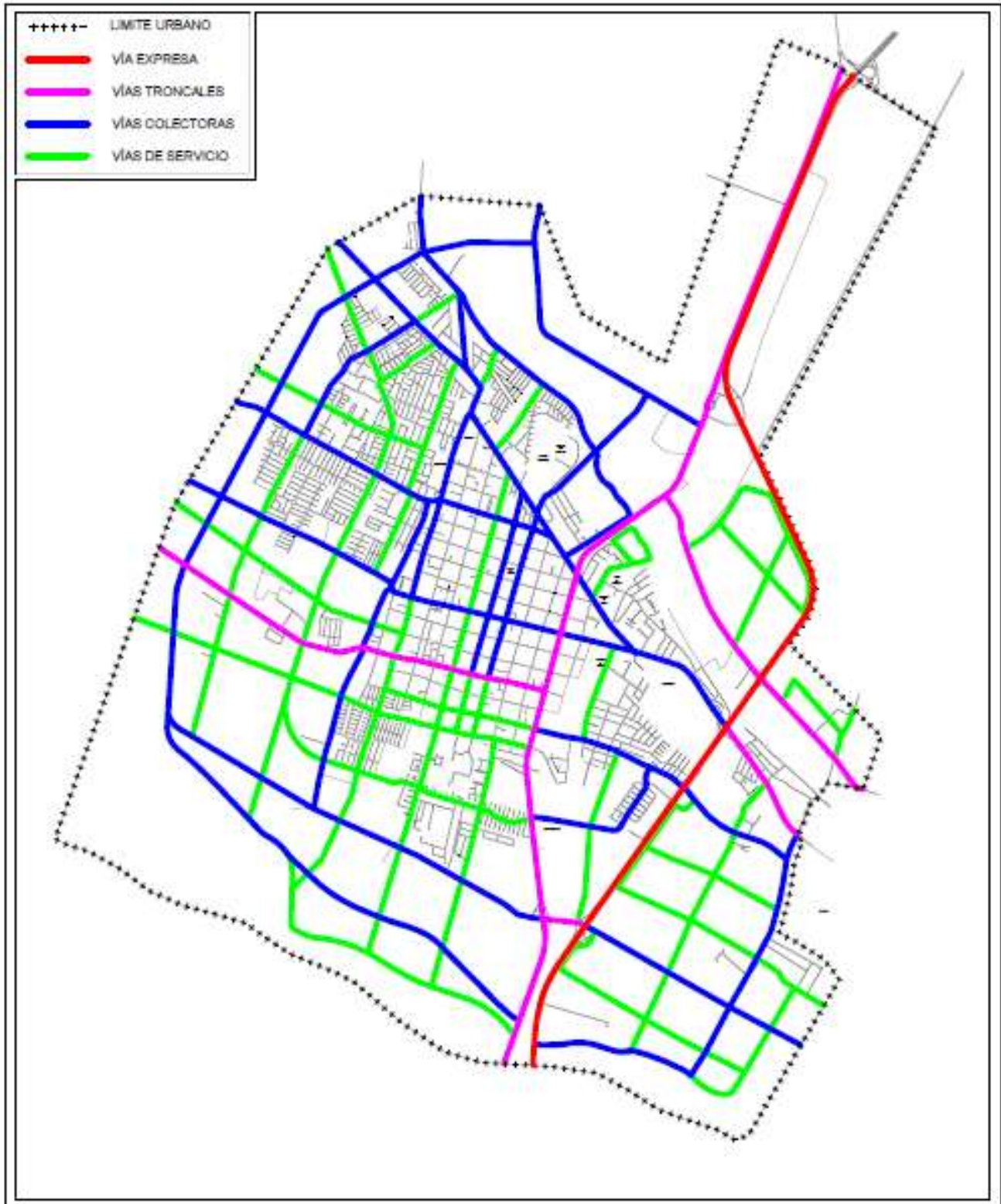
4.1 ANÁLISIS ESTRUCTURA VIAL

4.1.1 RED VIAL BÁSICA

Para el análisis de la estructura vial de San Fernando, se hace necesario conocer la red vial básica sobre la cual se debe evaluar su suficiencia y requerimientos de ampliación o mejoramiento dentro de la competencia del PRC, considerando las vías principales en las cuales se producen movimientos de transporte privado, transporte público y transporte de carga. Por lo tanto, la propuesta vial del proyecto del PRC, conforme a su competencia, debe establecer una red diferenciada de vías colectoras y troncales, existentes y proyectadas, que estructuran una malla conectada y jerarquizada en conformidad al escenario propuesto.

La Figura N°11 muestra la red vial con la que se sustenta la propuesta del Plan.

FIGURA N° 11 RED VIAL ACTUAL Y PROYECTADA



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 PROPUESTA DEL PLAN

El Plan Regulador Comunal propuesto, ha definido un escenario de desarrollo urbano para la ciudad, en el cual se busca posicionar a la comuna en su territorio, reconociendo su rol de cabecera provincial, integrando las relaciones y vocaciones de su entorno, cordillera y valle de Colchagua, promoviendo la integración social, cultural, turismo y el desarrollo sustentable.

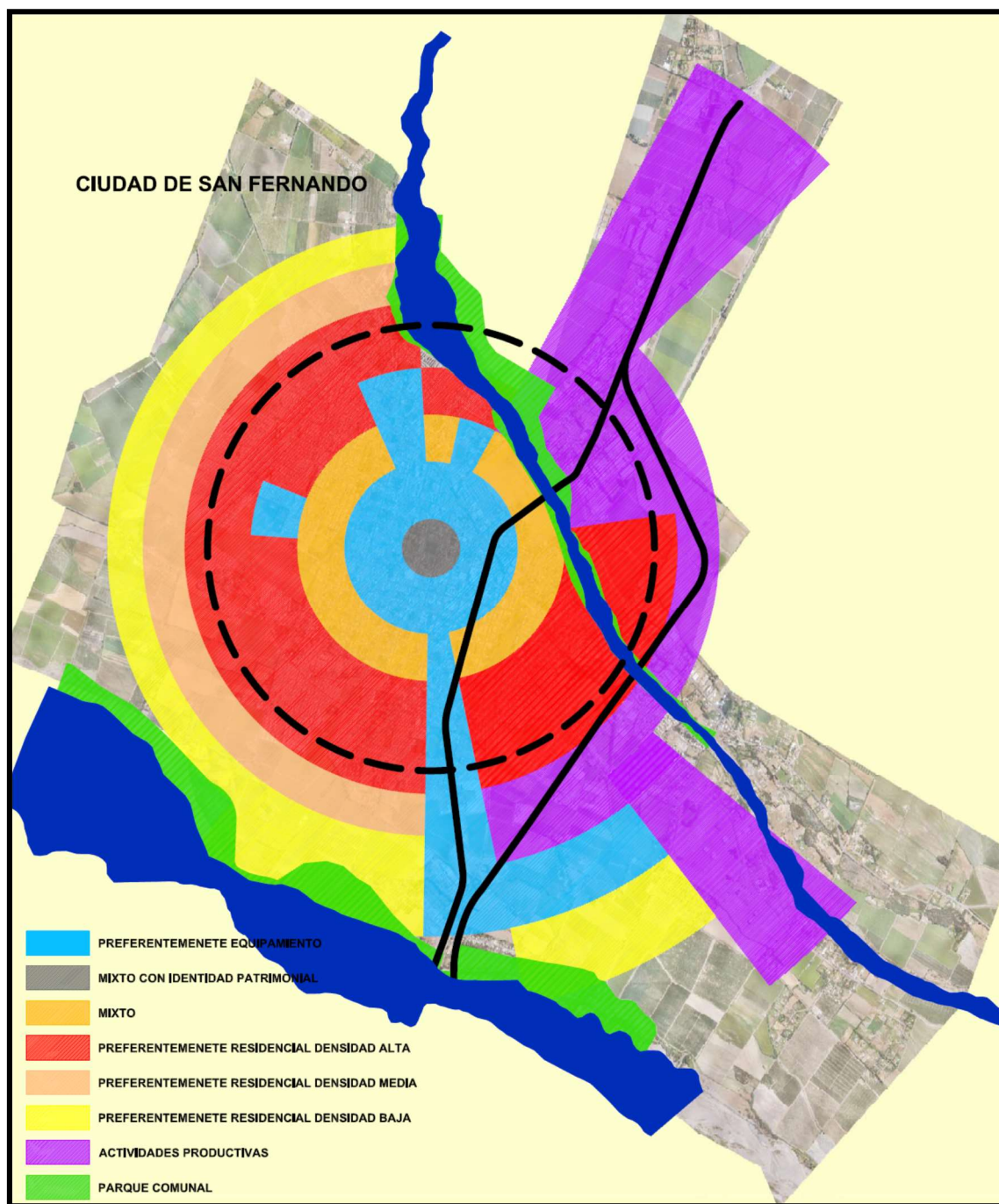
Se promueve la construcción de áreas urbanas integradas, dotadas de equipamientos, servicios y áreas para las actividades productivas, articuladas por un sistema jerarquizado de vialidad y áreas verdes, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

La representación espacial en términos de uso de suelos se presenta en la siguiente figura.

El Plan Regulador Comunal propuesto establece una vialidad estructurante fundamentada en la conectividad de las zonas, fortaleciendo de esta manera la continuidad de sus ejes, y generando una ciudad integrada.

Lo anteriormente descrito se sintetiza en el siguiente modelo conceptual

FIGURA N° 13 ESQUEMA ESTRUCTURACIÓN SAN FERNANDO



Fuente: Elaboración Propia

Dicha propuesta busca permitir la articulación de la infraestructura existente con la proyectada para mejorar los niveles de conectividad del territorio, esto se plantea principalmente en función de la definición de arcos viales y el reconocimiento de la vialidad de carácter intercomunal.

4.2 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA MAXIMA DE VIAJES AÑO 2028

La demanda probable para el análisis de capacidad vial, se hace sobre la proyección de materialización de la propuesta de zonificación normativa que hace el estudio para un escenario de 10 años (es decir, año 2028); la que considera la consolidación máxima en función de las densidades propuestas por el Plan.

Para la estimación de los viajes de la situación de demanda máxima al año 2028, se asimiló a la ciudad, el modelo de generación y atracción de viajes existente para la ciudad de San Fernando en el estudio: "ANÁLISIS Y DESARROLLO PLANES MAESTROS GESTIÓN TRÁNSITO, SAN FERNANDO". Es decir, se consideró la red de calibración de la situación actual del modelo de asignación SATURN y la matriz asociada a dicha red, considerando que la EOD, permite captar la estructura de viajes de la comuna entre los distintos pares O-D.

4.2.1 MATRIZ DE VIAJE Y ZONIFICACIÓN

Lograr una buena representación de la estructura de los viajes origen-destino, dependerá de la elaboración y el detalle de la zonificación. El análisis de capacidad vial de este estudio asumirá la zonificación adoptada en el estudio antes mencionado.

Una de las actividades a realizar para el análisis de capacidad vial, fue hacer coincidir la zonificación propuesta por el PRC con la del estudio de Gestión de Tránsito, de esta forma, los viajes proyectados mantendrán la estructura de viajes del modelo SATURN con la proyección de densidades del plan propuesto.

Para lo anterior se realizó una operación topológica sobre ambas zonificaciones, que permitieron asociar los atributos de la zonificación del estudio base con el de la zonificación PRC propuesta.

Las Figuras siguientes muestran la zonificación adoptada por la EOD del estudio de Gestión de Tránsito y posteriormente la asociación de las Zonas PRC a esta zonificación. Posteriormente se presenta un cuadro resumen con la asociación de zonas.

FIGURA N° 14 ZONIFICACIÓN SATURN



Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito

FIGURA N° 15 ASOCIACIÓN ZONIFICACIONES PRC - EOD



Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 8 Correspondencia Zonas PRC – BY PASS

ZONA GT	ZONA PRC
5	ZH2 - ZE2
6	ZCH2 - ZH2 - ZE2
7	ZH1 - ZH2
8	ZE2 - ZH2
10	ZE2
11	ZE2
12	ZE2
13	ZE2 - ZH2
14	ZE2
15	ZE1 - ZE2
16	ZE1 - ZE2
17	ZE2 - ZH2
18	ZE2 - ZH2
19	ZE2 - ZH2
20	ZE2 - ZH2
21	ZCH1 - ZE1 - ZE2
22	ZE1 - ZCH1
23	ZCH1 - ZE2 - ZH2
24	ZH2
25	ZH2
26	ZE2 - ZH2
27	ZCH1 - ZE1 - ZE2
28	ZCH1 - ZE1 - ZE2
29	ZE2 - ZH2
30	ZH2
31	ZH2
32	ZE2 - ZH2 - ZH3
33	ZE2 - ZH2 - ZH3
34	E2 - H2
35	ZE2 - ZH2 - ZH3
36	ZE2 - ZE3 - ZH2
37	ZE2 - ZH2 - ZH3
38	ZE2 - ZH2
39	ZE2 - ZH2 - ZH3
40	ZCH2 - ZE2 - ZH2 - ZH1
41	ZE1 - ZE2
42	ZH1 - ZH2 - ZH3 - ZE2
43	ZH2 - ZH3 - ZE2 - ZE3
44	ZH2 - ZH3
45	ZE2
46	ZH1 - ZE2
47	ZH2 - ZAP - ZH3
48	ZAP - ZH2
49	ZAP - ZH2
50	ZH3
1012	ZAP - ZH2
1062	ZAP

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 CALCULO DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

El cálculo de los vectores de generación y atracción de viajes consiste en obtener el número de viajes generados y atraídos por cada una de las zonas en las cuales se encuentra dividida el área de estudio.

Para ello, mediante la compatibilización de la zonificación presentada anteriormente, se asociaron las densidades proyectadas a las zonas MGT.

En base a las densidades propuestas, se estimaron los viajes generados al año 2028, basado en el número de habitantes y tasa de motorización para cada zona, dicha tasa, corresponde a 2,93 (veh/10 habitantes) para la comuna de San Fernando, cálculo obtenido de los antecedentes aportados por el INE al año 2017 en cuanto a la cantidad de vehículos motorizados y habitantes en la comuna.

Para la atracción de viajes se consideró la matriz 2012 obtenida del estudio de Gestión de Tránsito y su distribución de viajes, asociando los viajes de cada zona según la proporción zonal de dicha matriz.

Las tasas de crecimiento adoptadas son las propuestas por el estudio de Mejoramiento Gestión de Tránsito, San Fernando, presentadas en la tabla cuadro siguiente.

TABLA N° 9 TASAS CRECIMIENTO

TIPO	TASA CRECIMIENTO
VEH.LIV	3,50%
CAMIONES SIMPLES	5,1%
BUSES Y TAXIBUSES	3,2%

Fuente: Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito

4.2.3 MATRIZ DE VIAJES EN AUTOMOVIL AÑO 2028, PERIODO PUNTA MAÑANA

A partir del vector de viajes obtenido para la zonificación mencionada, se procedió a construir la matriz de viajes en automóvil para el año 2028 en el período punta mañana.

Como se mencionó anteriormente, la matriz base utilizada es la correspondiente a la modelación del año 2015 punta mañana del estudio Mejoramiento Gestión de Tránsito San Fernando.

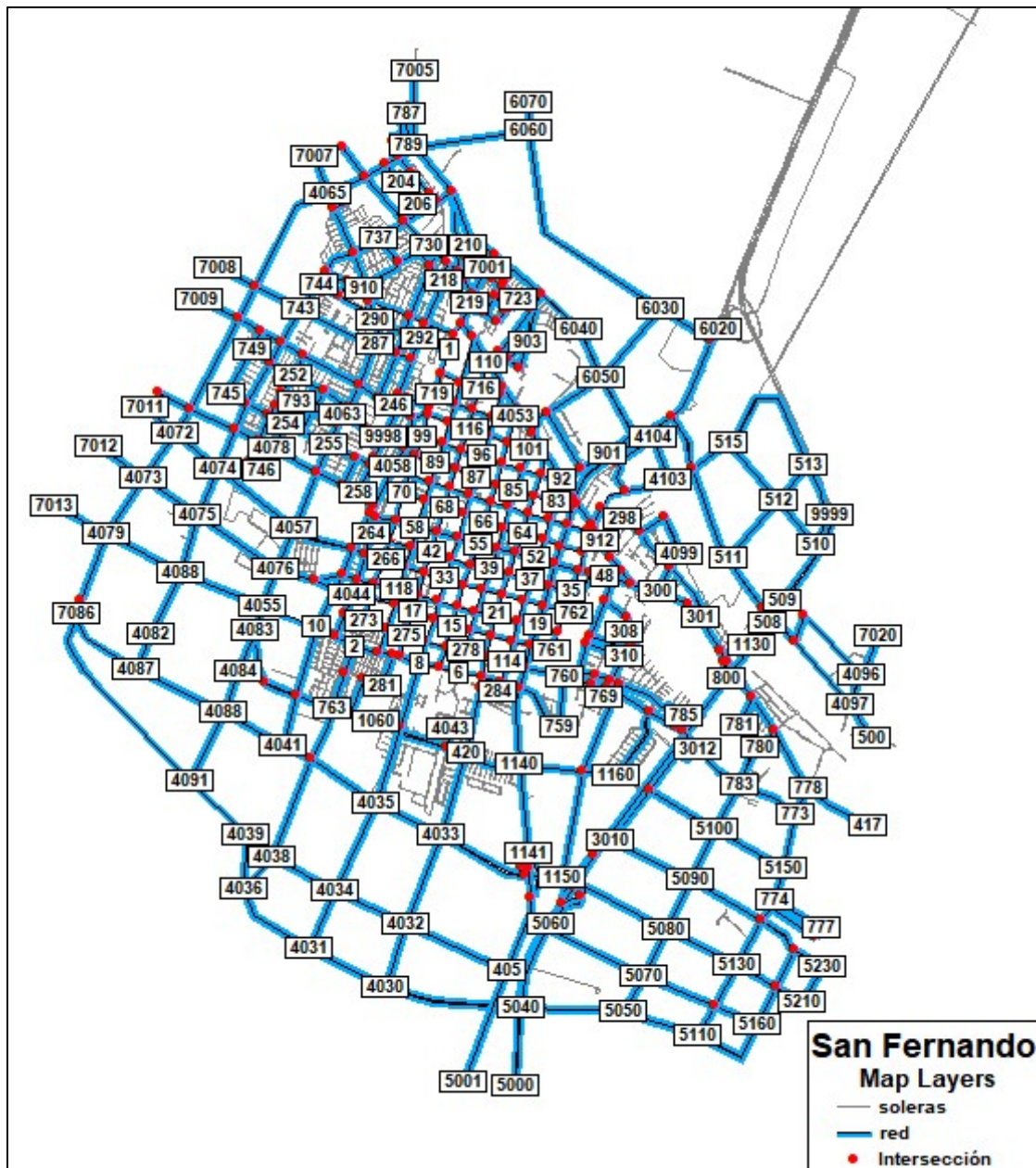
Finalmente esta matriz construida con la proyección de los viajes y su comportamiento según la matriz de base, es la que sirve para simular la conducta futura de los viajes en la vialidad actual y proyectada.

4.3 ANALISIS DE CAPACIDAD VIAL

La propuesta vial del proyecto del PRC, conforme a su competencia, establece una red diferenciada de vías colectoras y troncales, existentes y proyectadas, que estructuran una malla conectada y jerarquizada en conformidad al escenario propuesto.

Tal como lo hemos mencionado, la red de modelación utilizada para realizar el análisis de capacidad vial, correspondió a la red de calibración proveniente del estudio “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando”, a la que se le incorporó la vialidad proyectada y que se muestra en la figura a continuación.

FIGURA N° 16 RED MODELACIÓN AÑO 2028



Fuente: Elaboración Propia

Sobre esta red de modelación se realizó la asignación de la matriz de viajes en automóvil estimada para el año 2028 en el periodo punta mañana, verificando que el grado de saturación obtenido no superara el 90%. Si se supera este umbral, se procede a realizar modificaciones a la red de modelación de tal forma que dicho grado de saturación disminuya hasta alcanzar un valor aceptable. Las modificaciones posibles para el análisis consisten en:

- Redefinir el uso de pistas
- Modificar parámetros del semáforo existente como fases y/o repartos
- Aumentar el número de pistas del arco.
- Cambiar la prioridad del arco.

Para el caso de esta etapa los cambios realizados corresponden a lo manifestado en la Tabla N°10

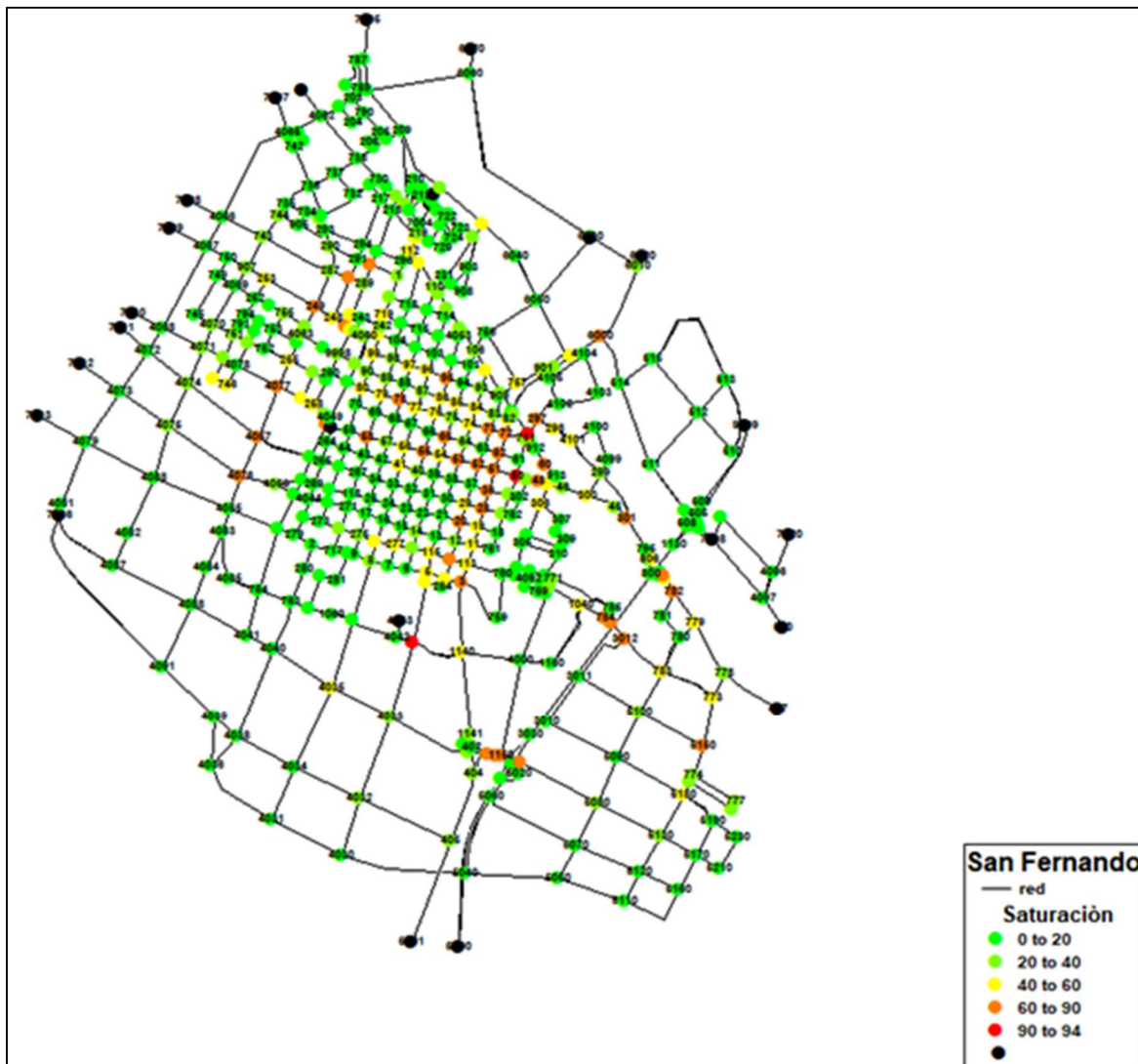
TABLA N° 10 CAMBIOS EN LA RED

Cambio de verde			
Nodo	Intersección	Verde Original	Verde Final
28	Curalí /B. O´Higgins	F1: 26	F1: 30
		F2: 26	F2: 32
36	Quechereguas/B.O´Higgins	F1: 26	F1: 30
		F2: 26	F2: 32
Supresión de Estacionamiento			
Arco	Calle	Pistas Originales	Pistas Finales
53 al 52 (Poniente a Oriente)	Manuel Rodriguez (entre y Chillán)	1	2

Fuente: Elaboración Propia

La figura siguiente presenta los grados de saturación de cada nodo de la red en estudio.

FIGURA N° 17 GRADOS DE SATURACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

5.0 ANÁLISIS GLOBAL

5.1 ASPECTOS GENERALES

La vialidad estructurante plantea una oferta importante, en cuanto a su capacidad vial, por lo que se asume, será capaz, de satisfacer los requerimientos de circulación de la población y sus actividades productivas.

Repasando los aspectos que se tuvieron presente en la formulación de la vialidad, podemos enfatizar en los siguientes:

- a. Integrar el sistema urbano mediante una red jerarquizada de vías interconectadas con reservas apropiadas de espacio.
- b. Estructurar el desarrollo potencial de las áreas de extensión urbana con una propuesta ordenadora de vías que permita la conectividad y accesibilidad de los distintos sectores de la comuna.

La estructura vial del PRC integra la vialidad Intercomunal comprendida en el área urbana; definiendo una malla de vías colectoras y de servicio con fajas de 15 y 20m de ancho, que permiten un diseño de soluciones viales acorde a las proyecciones de crecimiento de la demanda.

En general las vías colectoras propuestas buscan tal cómo su propósito, distribuir entre la residencia y los centros de empleo y servicio los flujos desde y hacia la trama vial de nivel inferior, permitiendo equipamientos del tipo Mediano, Menor y Básico. En su mayoría se proponen vías de servicio, que permiten equipamientos del tipo menor y básico.

La vialidad proyectada deja de manifiesto los aspectos considerados en la propuesta y mencionados anteriormente, cuyo emplazamiento genera alternativas de conectividad interna, actualmente ausentes, principalmente con vías que distribuyen los flujos desde y hacia vías de jerarquía mayor.

5.2 ESCENARIO FUTURO

La propuesta de mejoramiento de los estándares de conectividad urbana se conforma en base a aperturas de nuevas vías para dotar de alternativas de conexiones a los distintos sectores dentro de la zona urbana. Los ensanches buscan mejorar la continuidad y capacidad de las vías de manera de dar fluidez al tránsito ante el aumento de flujos producto del crecimiento urbano propuesto.

El plan genera mayores densificaciones en el sector Sur Poniente de la comuna, considerando el crecimiento de la comuna hacia este sector, el aumento en las densidades, podría hacer prever ciertos conflictos en torno a las vialidades, como por ejemplo situaciones que pudiesen asociarse a posibles conflictos de carácter operativo, dónde los elementos de control, como, señalizaciones, demarcaciones y diseño, juegan un rol fundamental a la hora de regular la capacidad de las vías. Por lo tanto las medidas de gestión de tránsito van íntimamente asociadas a la futura capacidad que debemos resguardar en el plan.

La propuesta de vialidad entonces se basa en considerar como vías de carácter colectora aquellas vías a lo largo de las cuales se permiten velocidades promedio de 40 y 50 kms/hrs y flujos superiores a los 1500 Veh/hr y vías de servicio que permiten velocidades de 30 y 40 Km/hrs y flujos de 600 veh/hora. Las nuevas vías propuestas se consideran necesarias para dotar de accesibilidad a las zonas urbanas en proceso de ocupación bajo el criterio de proporcionar alternativas seguras tanto para los vehículos como para los peatones y facilitar la movilidad dentro de los diferentes subcentros que la comuna alberga.

En cuanto al crecimiento proyectado de la comuna y su impacto en la red intercomunal, cabe destacar que actualmente la comuna está provista de una red vial intercomunal que facilita el acceso desde y hacia la comuna. El movimiento de flujos se realiza mayoritariamente por la Ruta 5 que es la principal conectora con el entorno intercomunal e interprovincial. La vialidad interna proyectada se considera suficiente para absorber la futura demanda con los niveles de jerarquía asignados y los anchos considerados, que inyectarán estos flujos directamente a esta red.

6.0 CONCLUSIONES

La comuna de San Fernando se encuentra provista de una red intercomunal que favorece la conectividad entre los diferentes centros poblados tanto de la región como fuera de ella.

El sistema de transporte público provee de servicios locales e intercomunales a la localidad, con servicios permanentes durante todo el año.

Es posible apreciar una red de transporte público que facilita la cobertura tanto local como intercomunal, con una oferta de servicios que permite tener un acceso permanente a la comuna y frecuencias adecuadas.

La Comuna de San Fernando presenta una trama vial con un alto porcentaje de calles pavimentadas a diferencia de las localidades de Puente Negro y Termas del Flaco, que en su mayoría carecen de pavimentos.

Las actividades productivas se constituyen en zonas atractoras de viajes que incentivan los flujos de camiones, que deben circular por zonas céntricas, esto sin duda genera conflictos según la magnitud del vehículo y del flujo, sin embargo San Fernando cuenta con una ordenanza local que restringe las actividades asociadas a las actividades de carga y descarga.

Si bien la comuna posee características que le brindan ciertas ventajas para el uso de la bicicleta, no se aprecian ciclovías pensadas como un sistema integrado, que facilite y conecte los trayectos en este modo. En el estudio “Análisis y Desarrollo Planes Maestros Gestión Tránsito, San Fernando” se propuso una red de ciclovías que hasta la fecha no ha sido ejecutada.

Se hace presente que actualmente se permite el estacionamiento de vehículos en casi la totalidad de los ejes, por lo que se sugiere establecer medidas de gestión que apunten a reducir las zonas de estacionamientos en los ejes con mayores grados de saturación, que dada su condición céntrica, puedan funcionar con una mayor capacidad en sus vías.

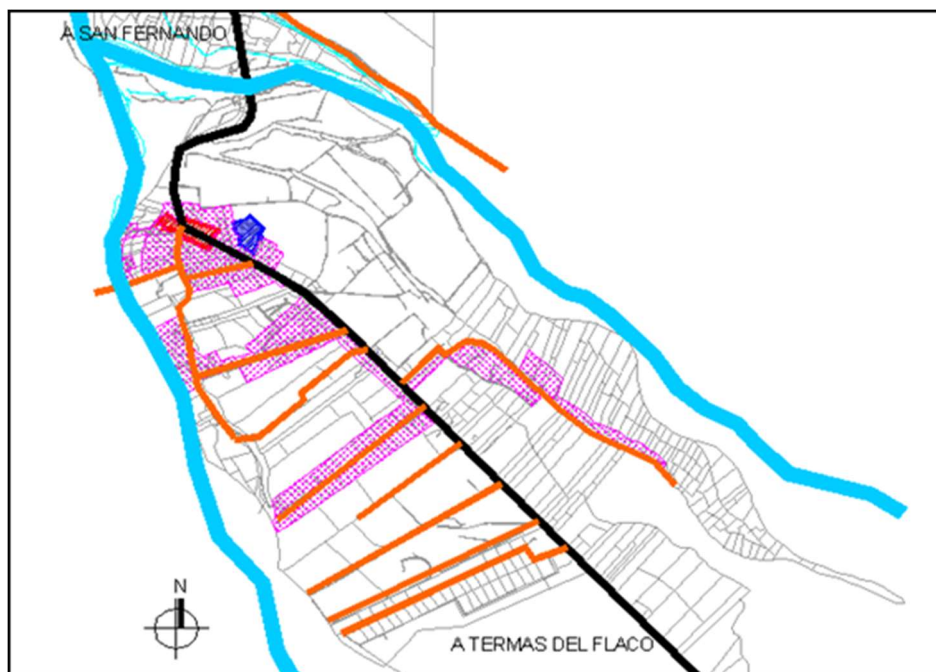
Se sugiere además, una revisión en la red de semáforos en cuanto a los ciclos y repartos que actualmente operan de manera de mantener indicadores bajo el umbral de saturación.

Para generar alternativas ciclo-inclusivas se deben aunar voluntades políticas y de gestión, que permitan desarrollar un entorno que favorezca la convivencia segura del modo bicicleta con la vialidad de su entorno.

7.0 PUENTE NEGRO

Ubicada a 17 km. al suroriente de San Fernando, es una localidad administrativamente perteneciente a la Comuna de San Fernando, se ubica a orillas del Río claro y posee una población de 887 habitantes según Censo 2002. Sus principales actividades son el desarrollo de cultivos, actividades turísticas temporales o vivienda. Su conectividad con San Fernando, está dada por la ruta I-45 que se encuentra pavimentada entre San Fernando y Puente Negro y se constituye como la única vía estructurante, no existiendo mayor vialidad que la de algunos ejes secundarios que permiten el acceso a las viviendas de la localidad entre esta vía y la ribera del río, con escaso desarrollo de aceras y nula pavimentación de calles interiores.

FIGURA N° 18 ESQUEMA CONFIGURACIÓN DE LA TRAMA URBANA DE LA LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO

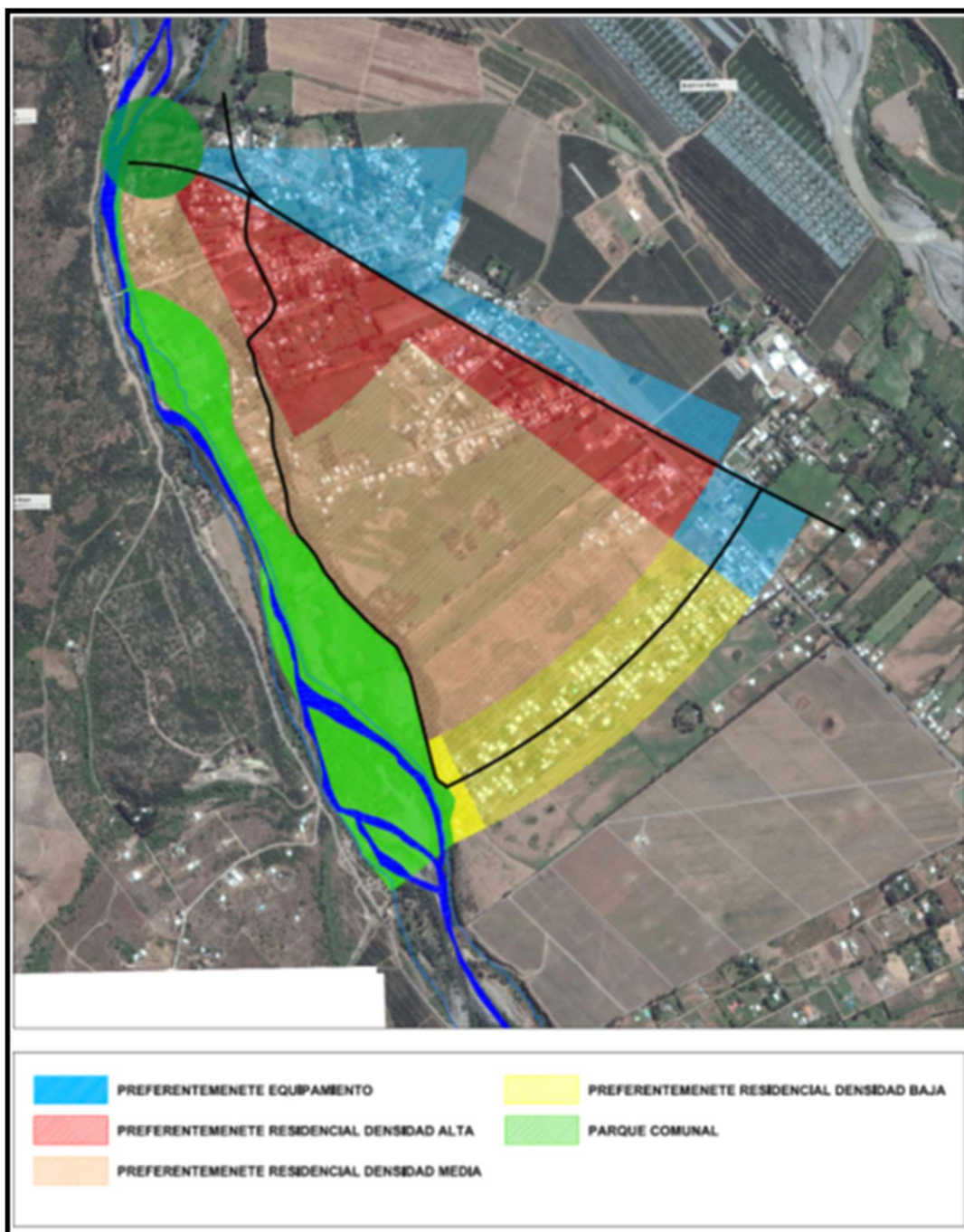


Fuente: Estudio Reformulación Planes Reguladores Sexta Región, PRC San Fernando, localidad Puente Negro

La imagen objetivo para la localidad busca “Reconocer la identidad huasa de Puente Negro, y desarrollo asociado a sus atractivos turísticos de balneario, con un crecimiento urbano en armonía con sus recursos naturales asociados a su fauna, al Río Claro y su confluencia con el río Tinguiririca al norte de la localidad, además de servir como nodo de acceso a Termas del Flaco y proveer de equipamientos y servicios de paso”

La Figura siguiente presenta esquemáticamente la estructuración de la localidad de Puente Negro.

FIGURA N° 19 ESTRUCTURACIÓN LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO

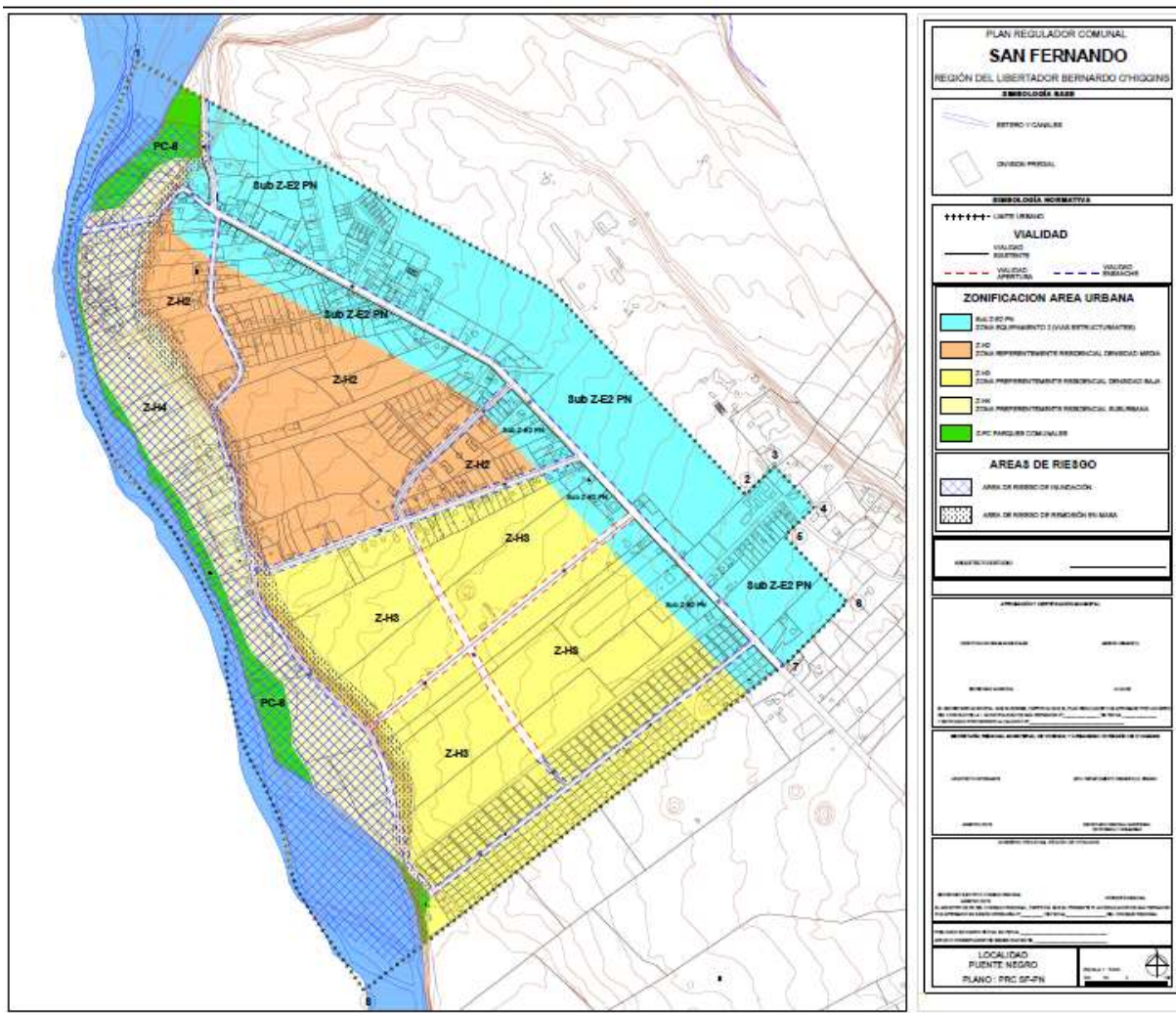


Fuente: Elaboración Propia

Puente negro se establece a orillas de la ruta I-45, la vialidad existente atiende a la población consolidada que no se establece como una red robusta, sino más bien con calles que se conectan a su calle principal. La propuesta de plan busca, concentrar el desarrollo residencial en torno al sector consolidado, otorgando espacio para el turismo de paso con sus equipamientos asociados, generando una vialidad local para el desarrollo residencial.

La Figura siguiente presenta la Propuesta del Plan para la localidad de Puente Negro.

FIGURA N° 20 PROPUESTA VIAL PUENTE NEGRO



Fuente: Elaboración Propia

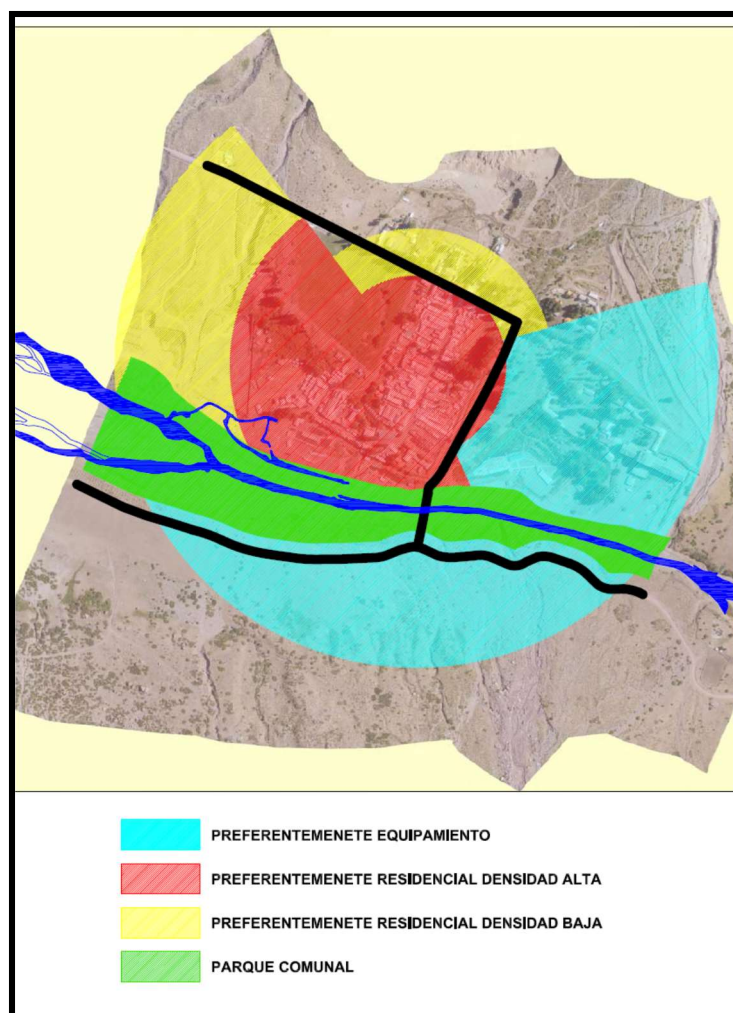
8.0 TERMAS DEL FLACO

Centro de atracción turística famoso por sus baños termales y atractivos paleontológicos. Ubicada a 77 Kms de San Fernando, se accede a ella por la Ruta I-45 que desde Puente Negro a esta localidad es de ripio; esta ruta se mantiene abierta prácticamente todo el verano pero en época de invierno puede cerrarse por nevazones en el sector cordillerano, su trazado termina en el paso Río Damas.

La imagen objetivo para la localidad busca “Reconocer el rol de Termas del Flaco como localidad turística asociada a circuitos de montaña, trashumancia, y a los vestigios de huellas de dinosaurios, con un crecimiento que fomenta la economía local y ecoturismo, consciente de sus recursos y riesgos naturales, con eje especialmente en el potencial del Río Tinguiririca y los Baños Termales asociados a su cauce, evitando la ocupación urbana expansiva sobre el territorio”

La Figura siguiente presenta esquemáticamente la estructuración de la localidad de Termas del Flaco.

FIGURA N° 21 ESQUEMA ESTRUCTURACIÓN LOCALIDAD TERMAS DEL FLACO

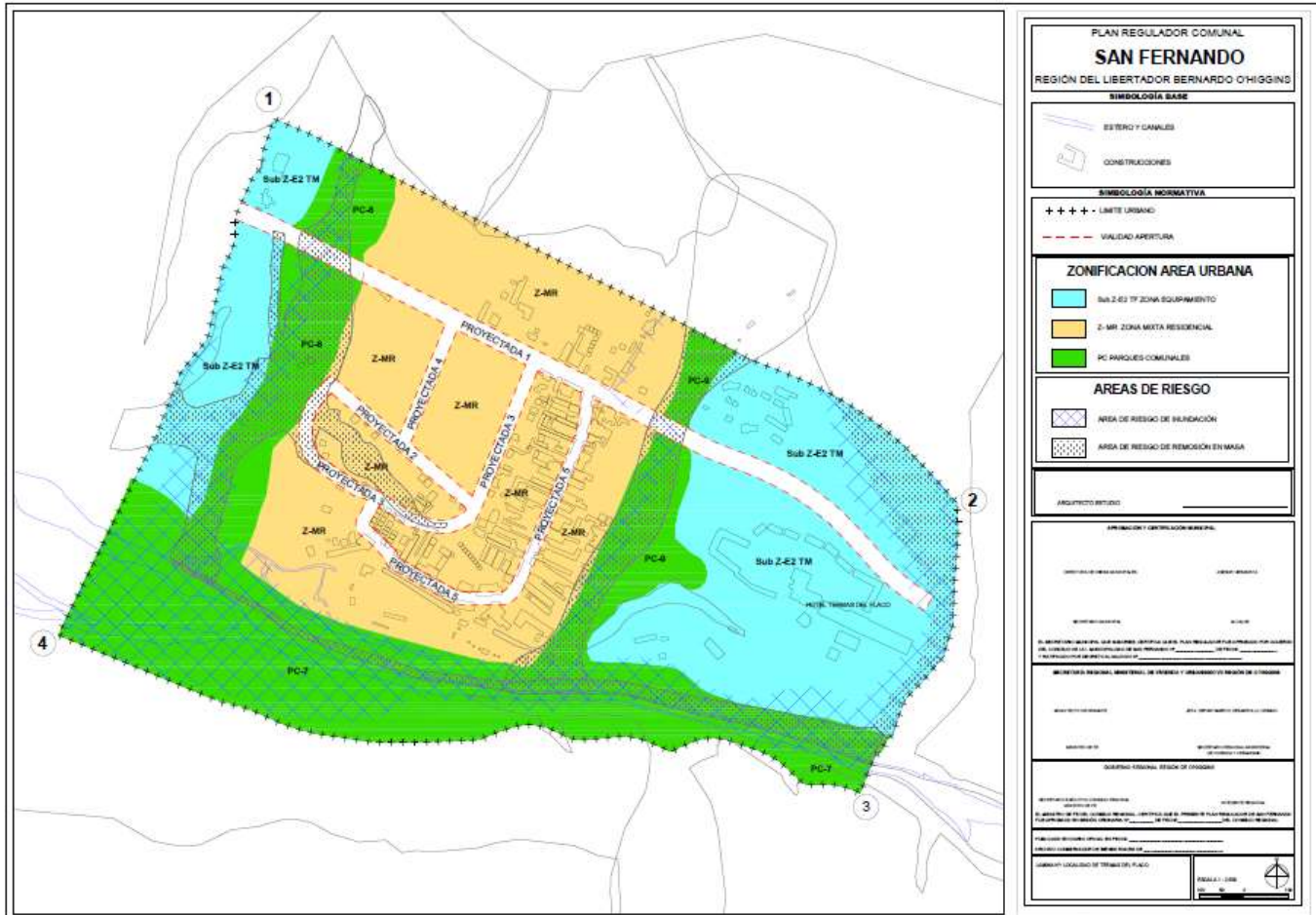


Fuente: Elaboración propia

La propuesta de plan busca, concentrar el desarrollo residencial en torno al sector consolidado, generando zonas de uso mixto, otorgar espacio para el turismo con sus equipamientos asociados. En base a esto se propone generar nueva vialidad local para el desarrollo residencial, con condición de vías de servicio y locales.

La Figura siguiente presenta la propuesta del Plan.

FIGURA N° 22 PROPUESTA VIAL TERMAS DEL FLACO



Fuente: Elaboraciónn propia

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1	Introducción	4
1.2	Objetivos del estudio	4
1.3	Área de estudio	5
1.4	Alcances del estudio	5
1.5	Metodología.....	7
2.	CARACTERIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO COMUNAL ACTUAL	9
2.1	Síntesis comunal	9
2.1.1	Ciudad de San Fernando	10
2.1.2	Localidad de Puente Negro.....	10
2.1.3	Localidad de Termas del Flaco	11
2.2	Suficiencia de Equipamiento Científico	12
2.2.1	Situación actual	12
2.2.2	Situación proyectada.....	12
2.2.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Científico	12
2.3	Suficiencia de Equipamiento para Comercio	12
2.3.1	Situación actual	12
2.3.2	Situación proyectada.....	13
2.3.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento para Comercio	13
2.4	Suficiencia de Equipamiento de Servicios	13
2.4.1	Situación actual	13
2.4.2	Situación proyectada.....	14
2.4.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Servicios	14
2.5	Suficiencia de Equipamiento de Culto y Cultura	15
2.5.1	Situación actual	15
2.5.2	Situación proyectada.....	15
2.5.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Culto y Cultura	15
2.6	Suficiencia de Equipamiento de Educación	16
2.6.1	Situación actual	16
2.6.2	Situación proyectada.....	19
2.6.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Educación	19
2.7	Suficiencia de Equipamiento para Esparcimiento.....	20
2.7.1	Situación actual	20
2.7.2	Situación proyectada.....	20
2.7.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento para Esparcimiento.....	20
2.8	Suficiencia de Equipamiento de Salud.....	20
2.8.1	Situación actual	20
2.8.2	Situación proyectada.....	22
2.8.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Salud.....	23
2.9	Suficiencia de Equipamiento de Seguridad	23
2.9.1	Situación actual	23

2.9.2	Situación proyectada.....	24
2.9.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Seguridad	24
2.10	Suficiencia de Equipamiento Social	24
2.10.1	Situación actual	24
2.10.2	Situación proyectada.....	24
2.10.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Social	24
2.11	Suficiencia de Equipamiento Deportivo.....	25
2.11.1	Situación actual	25
2.11.2	Situación proyectada.....	25
2.11.3	Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Deportivo	25
2.12	Suficiencia de uso de suelo de tipo Área Verde.....	26
2.12.1	Situación actual	26
2.12.2	Situación proyectada.....	26
2.12.3	Conclusiones sobre suficiencia de uso de suelo de tipo Área Verde.....	26
3.	CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE EQUIPAMIENTO COMUNAL	28

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: Población comunal y por localidad	5
Tabla Nº 2: Síntesis de equipamiento y áreas verdes comunal.....	9
Tabla Nº 3: Distribución y escala del Equipamiento según Clase y Localidad.....	10
Tabla Nº 4: Instituciones Financieras comuna de San Fernando	14
Tabla Nº 5: Establecimientos Educativos Área Urbana	16
Tabla Nº 6: Establecimientos Educativos Área Rural.....	18
Tabla Nº 7: Matrículas proyectadas comunales	19
Tabla Nº 8: Suficiencia de Equipamientos de Educación comuna de San Fernando	19
Tabla Nº 9: Establecimientos de Salud comuna de San Fernando.....	21
Tabla Nº 10: Otros Establecimientos de Salud comuna de San Fernando	21
Tabla Nº 11: Inscritos FONASA comuna de San Fernando	22
Tabla Nº 12: Suficiencia en Equipamiento de Salud Pública al 2038	22
Tabla Nº 13: Establecimientos de Seguridad, unidades policiales, comuna de San Fernando.....	23
Tabla Nº 14: Establecimientos de Seguridad, cuerpo de bomberos, comuna de San Fernando	23
Tabla Nº 15: Suficiencia en Equipamiento de Seguridad al 2038.....	24
Tabla Nº 16: Suficiencia en Equipamiento de Deporte al 2038.....	25
Tabla Nº 17: Suficiencia de Áreas Verdes en la comuna de San Fernando	26
Tabla Nº 18: Recomendaciones de Función y tamaño para Áreas Verdes.....	27

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1: Equipamiento y áreas verdes Ciudad de San Fernando.....	29
---	-----------

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El Estudio de Equipamiento Comunal se enmarca en el estudio “Actualización del Plan Regulador Comunal de San Fernando”, como uno de los estudios especiales que componen la Memoria Explicativa.

Este estudio es necesario cuando se establecen o modifican las normas urbanísticas referidas al uso de suelo residencial y de actividades productivas del territorio sujeto a regulación, en atención a las actividades anexas que se generan a partir de ellas, según dicta la circular DDU 227, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, de diciembre del año 2009.

Según lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en sus Art. 1.1.2. y 2.1.27, se define “Equipamiento” como “construcciones destinadas a complementar las funciones básicas de habitar, producir y circular, cualquiera sea su clase o escala”. Por otra parte, además del uso de suelo definido como “equipamiento”, se indica en el Art. 2.1.33 de la OGUC que “las clases de equipamiento se refieren a los conjuntos de actividades que genéricamente se señalan en este artículo, pudiendo una construcción tener aspectos de dos o más de ellas”

Se dicta en el Art. 2.1.32 de la OGUC que “para los efectos de armonizar los diversos equipamientos con otros usos de suelo, o de aquellos entre sí, los Instrumentos de Planificación Territorial que corresponda podrán distinguir clases de equipamiento y limitar o fomentar actividades específicas dentro de cada una de las clases”.

1.2 Objetivos del estudio

El objetivo de este trabajo, conforme a lo señalado en el Art. 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), es:

- Establecer la actual oferta y localización de los distintos equipamientos
- Identificar los déficits de equipamiento
- Prever nuevas necesidades de equipamientos, a fin de que en las zonas que se regulan, se permita este uso de suelo para que se generen nuevas áreas para el desarrollo o expansión del equipamiento.
- Distinguir los sectores o zonas que admiten el uso de equipamiento de acuerdo a la propuesta del Plan
- Determinar si las nuevas disposiciones son suficientes para complementar y satisfacer las demandas que se generarán en términos de prestación de servicios a las futuras actividades que el Plan permitirá.

Se debe propender a no generar áreas urbanas desprovistas de servicios y de equipamiento, especialmente por exclusión de este tipo de uso de suelo.

1.3 Área de estudio

La comuna de San Fernando, pertenece a la provincia de Colchagua, en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Se localiza a 140 kms. aproximadamente de la ciudad de Santiago.

Para el Estudio de Equipamiento Comunal se considera la revisión de tres áreas de la comuna de San Fernando; San Fernando, Puente Negro y Termas del Flaco. Para esto se estiman las proyecciones de población expuestas en la siguiente tabla, a partir de la información obtenida del Censo 2002 y 2017.

Tabla N° 1: Población comunal y por localidad

Localidad	Censo 2002	Población 2017	Población 2038
Población Comunal	63.732	76.235	116.339
San Fernando	49.519	70.727	107.439
Puente Negro	808	1.180	1.749
Termas del Flaco	188	229	343

Fuente: Censo 2002, Censo 2017 y proyección de población en base a tasas de crecimiento anual calculada

1.4 Alcances del estudio

Para el uso de suelo correspondiente a equipamiento se distinguen diez conjuntos de actividades agrupadas en destinos, que son los siguientes:

- **Científico**, en establecimientos destinados principalmente a la investigación, divulgación y formación científica, al desarrollo y transferencia tecnológica y a la innovación técnica, tales como: centros científicos, centros tecnológicos, y similares.
- **Comercio**, en establecimientos destinados principalmente a las actividades de compraventa de mercaderías diversas, tales como: centros y locales comerciales, grandes tiendas, supermercados, mercados, estaciones o centros de servicio automotor, restaurantes, fuentes de soda, bares, discotecas, y similares.
- **Culto y Cultura**, en establecimientos destinados principalmente a actividades de desarrollo espiritual, religioso o cultural, tales como: catedrales, templos, santuarios, sinagogas, mezquitas; centros culturales, museos, bibliotecas, salas de concierto o espectáculos, cines, teatros, galerías de arte, auditorios, centros de convenciones, exposiciones o difusión de toda especie; y medios de comunicación, entre otros, canales de televisión, radio y prensa escrita,
- **Deporte**, en establecimientos destinados principalmente a actividades de práctica o enseñanza de cultura física, tales como: estadios, centros y clubes deportivos, gimnasios, multicanchas; piscinas, saunas, baños turcos; recintos destinados al deporte o actividad física en general, cuente o no con áreas verdes.

- **Educación**, en establecimientos destinados principalmente a la formación o capacitación en educación superior, técnica, media, básica, básica especial y prebásica, y a centros de capacitación, de orientación o de rehabilitación conductual.
- **Esparcimiento**, en establecimientos o recintos destinados principalmente a actividades recreativas, tales como: parques de entretenciones, parques zoológicos, casinos, juegos electrónicos o mecánicos, y similares.
- **Salud**, en establecimientos destinados principalmente a la prevención, tratamiento y recuperación de la salud, tales como: hospitales, clínicas, policlínicos, consultorios, postas, centros de rehabilitación, cementerios, y crematorios.
- **Seguridad**, en establecimientos destinados principalmente a unidades o cuarteles de instituciones encargadas de la seguridad pública, tales como unidades policiales y cuarteles de bomberos, o destinados a cárceles y centros de detención, entre otros.
- **Servicios**, en establecimientos destinados principalmente a actividades que involucren la prestación de servicios profesionales, públicos o privados, tales como oficinas, centros médicos o dentales, notarías, instituciones de salud previsional, administradoras de fondos de pensiones, compañías de seguros, correos, telégrafos, centros de pago, bancos, financieras; y servicios artesanales, tales como reparación de objetos diversos.
- **Social**, en establecimientos destinados principalmente a actividades comunitarias, tales como: sedes de juntas de vecinos, centros de madres, clubes sociales y locales comunitarios.

Adicionalmente dentro del estudio se considera la evaluación de suficiencia de **áreas verdes**, que se refiere a parques, plazas y áreas libres destinadas a áreas verdes, cualquiera sea su propietario.

Para establecer la escala del equipamiento se consideran las cuatro siguientes¹:

- **Equipamiento Mayor**: El que contempla una carga de ocupación sobre las 4.000 personas y requiere más de 800 estacionamientos; en este caso, sólo se podrá ubicar en predios que enfrenten vías expresas.
- **Equipamiento Mediano**: El que contempla una carga de ocupación de hasta 4.000 personas y no requiere más de 800 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías troncales o expresas. También el que contemple una carga de ocupación de hasta 3.000 personas y no requiera más de 500 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías colectoras, troncales o expresas.
- **Equipamiento Menor**: El que contempla una carga de ocupación de hasta personas y no requiere más de 250 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías de servicio, colectoras, troncales o expresas.

¹ Artículo 2.1.36 de la OGUC, MINVU

- **Equipamiento Básico:** El que contempla una carga de ocupación de hasta 250 personas y no requiere más de 50 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías locales, de servicio, colectoras, troncales o expresas.

La localización del equipamiento en el territorio es determinada por dos condiciones fundamentales; su carga de ocupación y la vía a la cual se enfrenta. Ambas condiciones deben ser consideradas de manera particular al proyectar el desarrollo de la comuna y establecer sus condiciones normativas.

1.5 Metodología

El presente estudio contiene la evaluación de la situación actual respecto a la oferta de equipamiento, para así establecer la suficiencia respecto a la demanda existente y futura.

El método utilizado para la evaluación de la suficiencia de equipamiento corresponde al contraste del catastro de equipamiento actual con las proyecciones futuras de demanda, utilizando para esto información secundaria, cartas temáticas trabajadas en un sistema de información geográfico, y la matriz INCAL².

Los pasos metodológicos aplicados se describen a continuación.

- **Establecer la actual oferta y localización de los distintos equipamientos**

Se realiza una recopilación de información catastral, de terreno y planimétrica de los equipamientos existentes en la comuna.

Las clases de equipamiento consideradas en el presente Estudio fueron las siguientes:

- Científico
- Comercio
- Servicios
- Culto y cultura
- Educación
- Esparcimiento
- Salud
- Seguridad
- Social
- Deportivo
- Áreas verdes

Es importante señalar que, si bien las áreas verdes se catalogan en la O.G.U.C. como otro uso de suelo distinto al Equipamiento, se establece la necesidad de analizar la existencia de este uso como parte del Estudio de Equipamiento Comunal dada la relevancia que este uso tiene para complementar las actividades propias de las áreas urbanas

² Estudio de Estándares de Equipamiento, A.C. Consultores para MINVU, 1996

- **Identificar los déficits de equipamiento y prever nuevas necesidades de equipamientos**

La evaluación de la cobertura de equipamientos se realiza mediante la utilización de la matriz INCAL, la que indica el estado actual respecto a la provisión de equipamiento, en relación a los parámetros de población existente en la comuna específicamente para los usos de Educación, Salud, Seguridad, Deportes y Áreas Verdes.

Esta matriz es complementada con un análisis de cobertura sobre los tipos restantes de equipamiento y la proyección de la demanda en el horizonte temporal del plan.

Así, la evaluación de oferta es contrastada con los escenarios de demanda proyectada por el nuevo instrumento, identificar la necesidad de desarrollo de nuevos equipamientos o expansión del equipamiento existente.

- **Distinguir los sectores o zonas que admiten el uso de equipamiento de acuerdo a la propuesta del Plan**

Mediante el análisis del Plan propuesto, se obtiene la compatibilidad y provisión de equipamientos en los territorios planificados, de modo de evitar posibles futuros conflictos urbanos.

- **Determinar si las nuevas disposiciones son suficientes para complementar y satisfacer las demandas**

Al obtener la demanda de equipamientos, se puede prever la suficiencia de localización por zonas, y prevenir la generación de áreas urbanas desprovistas de equipamiento

2. CARACTERIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO COMUNAL ACTUAL

2.1 Síntesis comunal

La caracterización del Equipamiento se desarrolló a partir de información secundaria, catastro de terreno e información planimétrica disponible para las localidades de San Fernando, Puente Negro y Termas del Flaco, presentando a continuación una síntesis de la situación actual de la comuna.

Para el uso de suelo Equipamiento, se entenderán como equipamientos críticos los de Educación, Salud y Seguridad. Adicionalmente se analizan los equipamientos funcionales de los equipamientos de comercio, culto y cultura, deporte, entre otros, que dan soporte al uso residencial y de actividades productivas y a la vez dan cuenta de la jerarquía de la cabecera comunal y la provisión de equipamiento en el resto de las localidades que forman parte del Plan.

Tabla N° 2: Síntesis de equipamiento y áreas verdes comunal

Tipo	Síntesis
Científico	La comuna no cuenta con equipamiento de tipo científico
Comercio	Las tres localidades presentan comercio, aunque este se concentra principalmente en el centro de la ciudad de San Fernando.
Servicios	Solo la localidad de San Fernando cuenta con equipamientos de Servicio,
Culto y cultura	Existen establecimientos de culto en todas las localidades. Solo hay equipamiento de Cultura en San Fernando. Este equipamiento otorga cobertura al territorio comunal y sus proyecciones.
Educación	La comuna cuenta con una buena dotación de establecimientos educacionales parvularios, básicos y de educación media, de los cuales la mayoría se encuentran en el área urbana de San Fernando. Existe en la comuna una escasa oferta de educación superior
Esparcimiento	La comuna no cuenta con equipamiento para esparcimiento
Salud	La comuna tiene cubierta la demanda de salud al año 2038, debiendo mejorar aspectos funcionales de ellos
Seguridad	Se cuenta con equipamiento de seguridad acorde a la necesidad comunal, aunque se reconoce un problema de distribución o alcance espacial.
Social	Se va a requerir nuevo equipamiento social en la medida que se desarrollen nuevos loteos
Deportivo	La comuna presenta una demanda de equipamiento deportivo principalmente en relación a canchas y gimnasios, pudiendo mejorar además la mantención de los existentes
Áreas verdes	Importante déficit de áreas verdes, especialmente en Plazas Comunales en las localidades secundarias, parques lineales o bandejones y plazas barriales en toda la comuna.

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que la localidad de San Fernando concentra equipamientos, tanto en cantidad, superficie y en diversidad tipológica, siendo claro su rol de cabecera comunal y centro de servicios, mientras que las localidades de Puente Negro y Termas del Flaco se presentan como centralidades de carácter secundario.

Tabla Nº 3: Distribución y escala del Equipamiento según Clase y Localidad

Clase/ localidad	San Fernando,	Puente Negro	Termas del Flaco
Científico	No hay	No hay	No hay
Comercio	Mayor	Básico	Básico
Servicios	Medio	No hay	No hay
Culto y cultura	Medio	Básico	No hay
Educación	Mayor	Básico	No hay
Esparcimiento	No hay	No hay	No hay
Salud	Mayor	Básico	Básico
Seguridad	Mayor	Básico	Básico
Social	Básico	Básico	No hay
Deportivo	Medio	No hay	No hay

Fuente: Elaboración propia

La comuna de San Fernando no cuenta con equipamientos científicos ni de esparcimiento, lo cual se proyecta como una demanda futura. Por otra parte, se destaca que la comuna cuenta con escasos equipamientos de escala mayor respecto a su vocación de centralidad de equipamientos y servicios de la región.

2.1.1 Ciudad de San Fernando

La Ciudad de San Fernando cuenta con equipamiento de Comercio, Servicios, Culto y Cultura, Educación, Salud, Seguridad, Social, Deportivo, y Áreas verdes, es decir, todas las tipologías analizadas menos el Equipamiento Científico y el de Esparcimiento. La escala de su equipamiento es principalmente media y mayor y, de acuerdo a las proyecciones de población de la ciudad para el 2038 (107.439 habitantes), se estima que en general esta ciudad es capaz de cubrir la demanda existente.

Destaca la concentración de equipamientos comerciales, de educación y deporte, siendo además la localidad que concentra mayor superficie de áreas verdes a nivel comunal, y la única que cuenta con Parque, y otros equipamientos como Estadio, Hospital y Cementerios.

2.1.2 Localidad de Puente Negro

La localidad de Puente Negro cuenta con equipamiento de Comercio, Culto, Educación, Salud, Seguridad, y Social. Para acceder a los equipamientos de Servicio y Cultura, depende funcionalmente de la localidad de San Fernando y requiere la implementación de zonas deportivas y de áreas verdes.

La escala de su equipamiento es principalmente básica, y de acuerdo a la población proyectada al 2038, de 1.749 habitantes, se estima que mantendrá su rol de localidad secundaria..

2.1.3 Localidad de Termas del Flaco

La localidad de Termas del Flaco cuenta con equipamiento de Comercio, Educación y Seguridad. Para acceder a otros equipamientos depende funcionalmente de la localidad de San Fernando y Puente Negro, y es el área de estudio más alejada y de difícil accesibilidad de las contempladas como área urbana.

La escala de su equipamiento es básica, y para mejorar la condición de dependencia actual, se prevé que se deben considerar nuevas zonas mixtas que posibiliten la instalación de equipamientos que complementen el uso turístico actual.

Se observa que no cuenta con área verde ni espacios recreativos de uso público o deportivos, que complementen el ecoturismo y que se indican como de especial importancia por la comunidad.

2.2 Suficiencia de Equipamiento Científico

2.2.1 Situación actual

En la comuna de San Fernando no se reconocen equipamientos destinados a la investigación, divulgación y formación científica, al desarrollo y transferencia tecnológica y a la innovación técnica, como: centros científicos, centros tecnológicos, y otros similares.

Existe en la zona un incipiente desarrollo de investigación sobre nuevas tecnologías para la agroindustria, con potencial para posible desarrollo de tecnificación para faenas agrícolas, fortaleciendo el capital humano local.

2.2.2 Situación proyectada

La población comunal presenta una tasa de crecimiento positiva, alcanzando a tener al año 2038 alrededor de 116.339 habitantes. Se proyecta un aumento de población moderado que requerirá del desarrollo de los equipamientos existentes y la generación de nuevos equipamientos para cubrir la demanda.

2.2.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Científico

En el marco de la fragilidad de los recursos hídricos y las actividades económicas que se desarrollan en la zona y que se espera que se sigan desarrollando, principalmente de agricultura, la comuna cuenta con potencial para el desarrollo en materia de innovación y tecnología, para lo cual se puede requerir el desarrollo o generación de nuevo equipamiento científico, por lo que se recomienda generar áreas de uso mixto que sean capaces de albergar este uso.

No obstante, en las áreas verdes a que se refiere en el artículo 2.1.31 de la OGUC, se entenderán siempre admitidos como destinos complementarios y compatibles los equipamientos Científico, Culto y Cultura, Deporte y Esparcimiento, por lo que se complementa el presente estudio con un análisis de este uso de suelo.

2.3 Suficiencia de Equipamiento para Comercio

2.3.1 Situación actual

Las localidades en estudio cuentan con equipamientos de comercio, la mayoría localizados en el centro de la Ciudad de San Fernando, la cual ha alcanzado altos niveles de especialización enfocado al agro, con un desarrollo lineal en torno a la Av. Bernardo O'Higgins y Manuel Rodríguez. Se observa que existen además equipamientos comerciales en la localidad de Termas del Flaco, y en torno a la ruta I-45 en Puente Negro.

En general, el comercio es de escala mayor en San Fernando y básico en las otras dos localidades, y se encuentra asociado a las principales vialidades.

2.3.2 Situación proyectada

En consideración a la vocación comunal respecto a la actividad agrícola y turística de su entorno, así como al aumento de población proyectado, se reconoce que se requerirán nuevos equipamientos comerciales, principalmente en la localidad de San Fernando y en la de Puente Negro, tanto en los sectores que concentren nueva población como en aquellos sectores en vías de consolidación.

Para esto se debe considerar el desarrollo de nuevos subcentros y la reconversión a comercio de mayor escala y complejidad, de modo que se pueda, por una parte, captar mayores ingresos a nivel local por las demandas de las principales actividades productivas, que además eviten los costos logísticos, principalmente para los habitantes de sectores cordilleranos, de tener que viajar a la ciudad de San Fernando a comprar, y que ayude a potenciar el desarrollo turístico de los circuitos de alta montaña.

2.3.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento para Comercio

Actualmente existe una cobertura desigual de equipamientos de comercio en las localidades en estudio, concentrándose en la localidad de San Fernando. Adicionalmente, dentro de la ciudad de San Fernando se presenta además una desigualdad en el acceso al comercio entre los habitantes del centro y pericentro, y los de la periferia.

Para esto se deberá prever la generación subcentros y de zonas que admitan estos tipos de uso de suelo, especialmente en aquellos sectores residenciales nuevos y en vías de consolidación en las localidades de San Fernando y Puente Negro, y la provisión de comercio especialmente en la localidad de Termas del Flaco.

2.4 Suficiencia de Equipamiento de Servicios

2.4.1 Situación actual

Actualmente los servicios se encuentran concentrados en la ciudad de San Fernando y son de diferentes escalas, de básicos a mayores..

Se cuenta con 7 bancos ubicados en la ciudad de San Fernando, que captan alrededor de 215.577 millones de pesos mensuales, y 39 cajas vecinas³, que son contabilizadas dentro del comercio, pero que es importante mencionar en este acápite.

³ http://www.bancoestado.cl/imagenes/CajaVecina/red_cajavecina_6.pdf

Tabla N° 4: Instituciones Financieras comuna de San Fernando

Institución	Depósitos a la vista*			Depósitos a plazo*			Cuentas de Ahorro*			Total*
	MChNR	MChR	Me	MChNR	MChR	Me	MChNR	MChR	Me	
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria. Chile	2.801	6	19	7.684	3	100	-	254	-	10.867
Banco de Chile	25.627	43	7.767	22.110	602	1.796	113	1.062	-	59.120
Banco de Credito e Inversiones	9.774	86	332	8.695	271	640	-	427	-	20.224
Banco del Estado de Chile	18.372	-	92	10.011	104	162	9.369	16.647	-	54.758
Banco Santander-Chile	25.713	14	2.412	7.929	29	1.630	0	679	-	38.406
Itaú Corpbanca	8.407	36	232	8.880	52	100	0	3	-	17.711
Scotiabank Chile	9.080	175	35	4.713	2	24	-	462	-	14.490
Total	99.775	359	10.889	70.022	1.064	4.453	9.482	19.534	-	215.577

MChNR: Moneda Chilena No Reajutable

MChR: Moneda Chilena Reajutable

Me: Moneda Extranjera

*Montos en Millones de Pesos

Fuente: Captaciones por comuna e institución, según tipo de captación y moneda, octubre 2017, SBIF, de web <https://www.sbif.cl/sbifweb/servlet/InfoFinanciera?indice=C.D.A&idContenido=16831>

Se reconoce que existen servicios públicos y oficinas de servicios funcionales en la localidad de San Fernando, encontrándose además algunas oficinas prestadoras de otros servicios, principalmente de agricultura y asesorías profesionales.

2.4.2 Situación proyectada

Se proyecta al año 2038 un aumento de población y un potencial aumento en el turismo, lo cual demandaría de servicios complementarios a la actividad residencial y turística, además de una especialización para la provisión del rubro agrícola.

2.4.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Servicios

Se reconoce la necesidad de desconcentrar los servicios de la ciudad de San Fernando, con el fin de abastecer y otorgar mejor cobertura al área rural y sus localidades, de modo de minimizar los desplazamientos.

Por otra parte se deben acoger las demandas de las dinámicas económicas sobre los equipamientos de servicios.

2.5 Suficiencia de Equipamiento de Culto y Cultura

2.5.1 Situación actual

Existe equipamiento de culto en todas las localidades en estudio. En cuanto al equipamiento de cultura, se observa que las actividades culturales se desarrollan principalmente en la Plaza de Armas, Gimnasio Municipal, Casa de la Cultura, Centro Cultural, y Parque de los Barrios, siendo la Casa de la Cultura y el Centro Cultural los únicos que corresponden a la categoría de equipamiento cultural.

En la comuna se encuentra también el Museo Casa Lircunlauta, en la Casa Patronal del ex Fundo Lircunlauta, declarada Monumento Nacional, además de la Biblioteca pública municipal en la ciudad de San Fernando.

En la localidad de Termas del Flaco por su parte, se encuentran las huellas de dinosaurios, vestigios paleontológicos que se encuentran incipientemente señalados en los circuitos turísticos.

2.5.2 Situación proyectada

En consideración al aumento de población proyectado y al rol turístico de la ciudad, se reconoce que se requerirán nuevos equipamientos destinados al Culto y la Cultura en la comuna, permitiendo su uso de manera homogénea en la medida que no genere conflictos con otros usos.

2.5.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Culto y Cultura

Actualmente se reconoce la presencia de estos usos en todas localidades en estudio. Por otra parte cabe destacar que de las localidades estudiadas, solo San Fernando cuenta con equipamiento cultural, por lo que se recomienda que el Plan genere zonas que admitan estos tipos de uso de suelo, en la medida que no presenten conflictos con los usos de suelo en consolidación y que se decidan mantener.

2.6 Suficiencia de Equipamiento de Educación

2.6.1 Situación actual

En la comuna de San Fernando se contabiliza un total de 55 establecimientos educacionales de los cuales 44 están asociados a la ciudad de San Fernando y 11 en el territorio rural de la comuna, los niveles cubiertos en su conjunto contemplan el Preescolar, Básica, Media y Especial.

Tabla N° 5: Establecimientos Educacionales Área Urbana

NOMBRE	DEPENDENCIA	DIRECCIÓN	NIVELES
Liceo Tecnico Felisa Clara Tolup Zeiman	Corporacion de Adm. Delegada	Avenida Bernardo O'Higgins N° 490	Media T-P
Liceo Industrial De San Fernando	Corporacion de Adm. Delegada	Av . Manso De Velasco N° 761	Media T-P
Liceo Comercial De San Fernando	Municipal	Av. Manso De Velasco 389	Media T-P
Liceo De Hombres Neandro Schilling	Municipal	Argomedo 583	Basica y Media H-C
Liceo De Ninas Eduardo Charme	Municipal	Argomedo 485	Media H-C y Media T-P
Colegio Particular Premio Nobel	Particular Subvencionada	Tres Montes Esquina Negrete S/N	Parvularia y Básica
Colegio Particular J. Gregorio Argomedo	Particular Subvencionada	Manso De Velasco 465	Parvularia, Básica y Media H-C
San Fernando College	Particular Subvencionada	Valdivia 1012	Parvularia, Básica y Media H-C
Colegio Inmaculada Concepción	Particular Subvencionada	El Roble 483	Parvularia, Básica y Media H-C
Escuela Olegario Lazo Baeza	Municipal	Negrete Esquina España	Parvularia y Básica
Escuela Básica Isabel La Católica	Municipal	Chacabuco 630 Esq. Manuel Rodríguez	Parvularia y Básica
Escuela Jorge Muñoz Silva	Municipal	Cardenal Caro 705	Parvularia y Básica
Escuela Básica Coeducacional	Municipal	Av. J. M. Carrera 488	Parvularia y Básica
Escuela Hogar María Luisa Bouchon	Municipal	Guadalupe Esq. España S/N, A Tres Cuadra	Parvularia y Básica
Escuela Básica Coeducacional	Municipal	J.M. Valderrama 044	Parvularia y Básica
Colegio Hermano Fernando De La Fuente	Municipal	Negrete 770	Especial
Escuela José De San Martin	Municipal	Pasaje 1 Con Calle 1, Población Lautaro,	Parvularia y Básica
Escuela El Trapiche	Municipal	Acceso Norte A San Fernando	Parvularia y Básica
Fundación Educacional Instituto San Fernando	Particular Pagada	Marcelino Champagnat 0180	Parvularia, Básica y Media H-C
Liceo Heriberto Soto	Municipal	Guadalupe 1287	Media T-P y Adultos

NOMBRE	DEPENDENCIA	DIRECCIÓN	NIVELES
Colegio Americano	Particular Subvencionada	Chillan 337	Parvularia y Básica
Escuela San Hernán	Municipal	María Morales 1515 Población San Hernán	Parvularia y Básica
Colegio Particular El Real	Particular Subvencionada	Valdivia 440	Parvularia, Básica y Media H-C
British College Ltda.	Particular Subvencionada	Los Palacios 444	Parvularia, Básica y Media H-C
Colegio Audición Y Leng. San Gaspar	Particular Subvencionada	Quechereguas 781	Especial
Esc. Esp. El Roble Centro De Atención A Ne	Particular Subvencionada	El Roble 426	Especial
Centro Educativo Integral María Magdalena	Particular Subvencionada	Chillan 272	Especial
Instituto Hans Christian Andersen	Particular Subvencionada	Laja 1050	Parvularia, Básica y Media H-C
Escuela De Lenguaje Cumbres Blancas	Particular Subvencionada	Negrete 1374	Especial
Colegio Valle De Colchagua	Particular Subvencionada	El Alamo 0525	Parvularia, Básica y Media H-C
Colegio Particular Subvencionado Christi	Particular Subvencionada	Nincunlauta 1778	Parvularia y Básica
Colegio Del Alba	Particular Subvencionada	Guadalupe 1355	Parvularia y Básica
Colegio Hermano De Asís	Particular Subvencionada	El Roble 0820	Parvularia y Básica
Centro Educativo Especial Creemos	Particular Subvencionada	El Roble 171	Especial
Complejo Educacional Las Araucarias	Particular subvencionada	Circunvalación 778	Parvularia, Básica y Media H-C
Escuela Coed.Washington Venegas	Municipal	Curali 257	Parvularia y Básica
Jardín Infantil Topo Gigio	Particular Pagada	Manuel Rodríguez 1232	Parvularia
Garden Snoopy	Particular Pagada	Olegario Lazo 536	Parvularia
Jardín Infantil Divina Providencia De Je	Particular Pagada	Curali 830	Parvularia
Colegio Angostura	Particular Subvencionada	Los Palacios 767	Parvularia y Básica
Jardín Infantil Mi Granja	Particular Pagada	Marcelino Champagnat N.03	Parvularia
Colegio Lenguaje School	Particular Subvencionada	Los Palacio 636	Especial
Centro Educacional Paulo Freire	Particular Subvencionada	Guadalupe 1355 San Fernando	#YNULO!
Escuela Especial De Lenguaje Elefante Me	Particular Subvencionada	Guadalupe 408 San Fernando	Especial

Fuente: Centro de estudios MINEDUC, web <http://centroestudios.mineduc.cl/>

Tabla N° 6: Establecimientos Educativos Área Rural

NOMBRE	DEPENDENCIA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	NIVELES
Escuela De Concentración Fronteriza	Municipal	Puente Negro	Camino Internacional, Ruta I - 45	Parvularia y Básica
Escuela Bas .Abel Bouchon Faure	Municipal	Angostura	Localidad De Angostura. Angostura S/N.Ca	Parvularia y Básica
Escuela Bas. Ana María De Rivadeneira	Municipal	Talcahue	Talcahue S/N	Parvularia y Básica
Escuela Abraham Lincoln De Agua Buena	Municipal	Agua Buena	Av. Julio Fernández S/N	Parvularia y Básica
Escuela Bas. San José De Los Lingues	Municipal	Sector Centro	San José De Los Lingues	Parvularia y Básica
Escuela Básica Polonia	Municipal	Polonia	Longitudinal Sur S/N	Parvularia y Básica
Escuela Básica Antonio Lara Medina	Municipal	Roma	Camino Publico S/N Roma Km. 12	Parvularia y Básica
Escuela Básica Gaspar Marin	Municipal	La Marina	La Marina	Parvularia, Básica y Adultos
Liceo Agrícola El Carmen	Corporación de Adm. Delegada	Sector Oriente	Longitudinal Sur Km 140	Media T-P
Colegio Arrayanes	Particular Pagada	San Fernando	Camino A Roma S/N - Sector Las Rosas	Parvularia, Básica y Media H-C
Colegio Part. Subv. San Esteban	Particular Subvencionada	Fundo El Medio Camino A Roma	Parcela 11 Lote-B Fundo El Medio	Parvularia, Especial, Básica y Media H-C

Fuente: Centro de estudios MINEDUC, web <http://centroestudios.mineduc.cl/>

En cuanto a la educación superior, la ciudad de San Fernando cuenta con 3 Institutos profesionales y 1 universidad; el Instituto Profesional AIEP, el Instituto Profesional Providencia IPP, el Instituto Profesional Los Lagos, y la Universidad Católica del Maule (UCM).

Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, en su artículo 4.5.6, en jardín infantil, educación básica y media se debe considerar un número de 1,10 m² por alumno como mínimo en las salas de clases y actividades, y de acuerdo al artículo 4.5.7, se debe considerar además una superficie de patio total de mínimo 2,5 m² por alumno en básica y media, y 3 m² en jardín infantil.

Los establecimientos educacionales de la comuna se distribuyen en su mayoría en el centro y pericentro de la ciudad de San Fernando. De las localidades secundarias solo Puente Negro cuenta con una escuela.

2.6.2 Situación proyectada

El comportamiento de la matrícula en relación a las modalidades educativas mantiene una tendencia de aumento gradual de matrículas, tanto en educación parvularia, básica adultos y media adultos, observándose a la vez un descenso en Básica y Media niños, y educación especial.

Tabla N° 7: Matrículas proyectadas comunales

Matrícula según Nivel	2012	2014	2017	2038
Ed. Parvularia	1.863	2.013	2.261	5.098
Ed. Básica Niños	9.491	9.379	9.213	8.134
Ed. Básica Adultos	100	136	136	136
Ed. Especial	859	856	852	821
Ens. Media Niños	6.471	6.154	5.707	3.368
Ens. Media Adultos	1001	1123	1.334	4.464
Total	19.785	19.661	19.504	22.021

Fuente: Elaboración propia con base en Reporte Comunal BCN, 2015

La variación de matrículas se calcula en base a la tendencia entre los años 2012 y 2014, proyectando la demanda al año 2038. Con esta tendencia de aumento se encuentra que entre el 2017 y el 2038 aumentará el total de alumnos matriculados en 2.517.

Tabla N° 8: Suficiencia de Equipamientos de Educación comuna de San Fernando

Actividad, Destino, Nivel	Demanda 2038	Terreno Demanda 2038		Edificación Demanda 2038		Demanda total	
		M2/ Usuario	Total M2	M2/ Usuario	Total M2	Terreno M2	Edif M2
Ed. Media (1)	2.075	5,61	11.648	2,94	6.097	26.718	14.862
Ed. Básica (2)	2.167	5,56	12.056	3,00	6.503		
Ed. Parvularia/ Jardín Infantil (3)	1.005	3,00	3.015	2,25	2.261		

1 Promedio estándar INCAL de liceo MHC 12, MHC18 Y MHC24

2 Promedio estándar INCAL de Escuela básica B09, B14, B18

3 Estándar INCAL de Unidad Parvulario para Escuela básica UPB

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz INCAL de A.C. Consultores (1996)

2.6.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Educación

La comuna de San Fernando presenta una demanda de 26.718 m2 de terreno destinado a equipamiento de educación, de los cuales existe actualmente una gran cobertura en cuanto a cantidad de establecimientos de enseñanza parvularia, básica y media. La cobertura de establecimientos educacionales abarca el sector rural de Puente Negro y posee una buena oferta educacional en el área urbana de la ciudad de San Fernando. Así se reconoce en el Pladeco 2015-2019 la necesidad de “mejorar la infraestructura existente en los establecimientos educacionales”.

Por otra parte, se observa que existe escasa oferta de educación superior en la comuna, por lo que el plan deberá considerar zonas que permitan la instalación de establecimientos educacionales de nivel superior, ya sea para formación técnica o profesional, en concordancia con sus potenciales agrícolas y turísticos.

2.7 Suficiencia de Equipamiento para Esparcimiento

2.7.1 Situación actual

En la comuna de San Fernando no se reconocen equipamientos destinados al esparcimiento y actividades recreativas, tales como parques de entretenimientos, parques zoológicos, casinos, juegos electrónicos o mecánicos, y similares, dentro del límite urbano, pese a que se reconoce un potencial turístico y una insuficiencia de actividades recreativas para la comunidad.

2.7.2 Situación proyectada

En consideración al aumento de población proyectado y la escala del territorio estudiado, se reconoce que se requerirán nuevos equipamientos de esparcimiento, que se deben prever con el fin de no interferir con usos y destinos no compatibles.

2.7.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento para Esparcimiento

Actualmente no existe cobertura de equipamiento para esparcimiento, lo cual debe ser previsto mediante la generación de zonas que admitan estos tipos de uso de suelo, discriminando su localización para evitar roces con usos y destinos no compatibles.

Se debe tener presente que en las áreas verdes a que se refiere en el artículo 2.1.31 de la OGUC, se entenderán siempre admitidos como destinos complementarios y compatibles los equipamientos Científico, Culto y Cultura, Deporte y Esparcimiento, por lo que se complementa el presente estudio con un análisis de este uso de suelo.

2.8 Suficiencia de Equipamiento de Salud

2.8.1 Situación actual

La comuna de San Fernando cuenta con 1 Hospital de Alta Complejidad y 2 Consultorios Generales Urbanos, 3 Postas de Salud Rural y 2 Servicios de Atención Primaria de Urgencias, además de 1 centro de rehabilitación comunitaria, 2 Clínicas privadas, 1 vacunatorio, 2 centros de diálisis y otros 4 equipamientos de salud privados, ubicados la mayoría en la ciudad de San Fernando, excepto las postas de salud rural, de las cuales 1 se encuentra en la localidad de Puente Negro. Además se encuentran 3 Cementerios y 6 centros médicos ubicados en la localidad de San Fernando.

Tabla N° 9: Establecimientos de Salud comuna de San Fernando

Tipo de Establecimiento	Nivel de Atención	Nombre Oficial
Establecimiento Alta Complejidad	Terciario	Hospital San Juan de Dios (San Fernando)
Consultorio General Urbano	Primario	Centro de Salud Familiar Chacabuco
Consultorio General Urbano	Primario	Centro de Salud Familiar Oriente de San Fernando
Posta de Salud Rural	Primario	Posta de Salud Rural Roma
Posta de Salud Rural	Primario	Posta de Salud Rural Puente Negro
Posta de Salud Rural	Primario	Posta de Salud Rural Agua Buena
Servicio de Atención Primaria de Urgencias	Primario	SAPU-Oriente de San Fernando
Servicio de Atención Primaria de Urgencias	Primario	SAPU-Centro
Clínica	No Aplica	Clínica del Trabajador AChS San Fernando
Vacunatorio	No Aplica	Vacunatorio Neumann & Bertin Ltda.
Laboratorio Clínico o Dental	No Aplica	Laboratorio Clínico Coloma
Laboratorio Clínico o Dental	No Aplica	Laboratorio Clínico Los Peumos
Laboratorio Clínico o Dental	No Aplica	Laboratorio Clínico Virginia Sáenz Fuenzalida
Clínica	No Aplica	Clínica San Francisco
Centro de Diálisis	No Aplica	Centro de Diálisis San Fernando
Centro de Diálisis	No Aplica	Centro de Diálisis SERDIAL Limitada
Centro de Salud	No Aplica	Centro de Imagenología médica Imagensalud

Fuente: Base Establecimientos Chile, DEIS, MINSAL, e Indicadores Hospitalarios según Servicio de Salud, SNSS, año 2013, MINSAL

Tabla N° 10: Otros Establecimientos de Salud comuna de San Fernando

Nombre	Dirección	Localidad	Tipo
Cementerio Municipal de San Fernando	Juan Jiménez 1266	San Fernando	Cementerio
Cementerio Parque San Fernando	Ruta I-50 S/N	San Fernando	Cementerio
Cementerio Parque de Rengo	Arturo Prat 264	San Fernando	Cementerio
Mongueln	Manuel rodríguez 941	San Fernando	Centro Médico
Centro Médico Quecheregua	Quechereguas 450	San Fernando	Centro Médico
Centro Médico España	España 467	San Fernando	Centro Médico
Centro Médico Araucaria	Carampangue 708	San Fernando	Centro Médico
Centro Médico Colchagua	Chillán 1011	San Fernando	Centro Médico
Centro Médico Raquel Sepúlveda	Cardenal Caro 646	San Fernando	Centro Médico

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los objetivos estratégicos del Pladeco 2015-2019, se identifica la importancia de mejorar la oferta laboral para atraer médicos al sistema público, y de desarrollar un programa de capacitación y formación a los funcionarios en competencias y atención de usuarios, y con esto aumentar y mejorar la atención de los Centros de Salud de atención primaria, de acuerdo a la normativa vigente y requerimientos de la comunidad.

2.8.2 Situación proyectada

Según los datos del Fondo Nacional de Salud (FONASA), al año 2013 había 64.275 personas inscritas, perteneciendo la mayoría (41%) al Tramo B. Para estos datos se proyectan los afiliados en la misma proporción que el crecimiento de la población, obteniendo la demanda en el horizonte del Plan.

Tabla N° 11: Inscritos FONASA comuna de San Fernando

Año	Inscritos Fonasa	Urbana	Rural
2013	64.275	51.740	15.571
2038	115.612	93.065	28.008

Fuente: Elaboración propia con base en Reporte Comunal BCN, 2015

Para evaluar la suficiencia de equipamiento de Salud, utilizan los datos expuestos en la tabla anterior sobre la demanda del sistema de salud, y los parámetros que establece la Matriz Incal, que sirve como referencia para estructurar la evaluación.

Tabla N° 12: Suficiencia en Equipamiento de Salud Pública al 2038

Actividad, Destino, Nivel	Demanda 2038 (habs.)	Terreno Demanda 2038		Edificación Demanda 2038		Demanda total	
		M2/ Usuario	Total M2	M2/ Usuario	Total M2	Terreno m2	Edif m2
Posta Salud Rural (4)	28.008	0,15	4.201	0,08	2.101	6.993	4.562
Consultorio Rural (5)	0	0,10	0	0,06	0		
Consultorio Urbano 20 (6)	0	0,06	0	0,04	0		
Consultorio Urbano 40 (7)	93.065	0,03	2.792	0,03	2.462		

(4) P.R: Establecimiento de atención ambulatoria para poblaciones dispersas y/o concentrada de 800 a 2.000 habitantes

(5) C.R: Establecimiento de atención ambulatoria para localidades de 2.000 a 5.000 habitantes con población máxima asignada de 20.000

(6) C.G.U-20: Establecimiento de atención ambulatoria para población asignada menor a 40.000 habitantes

(7) C.G.U-40: Establecimiento de atención ambulatoria para población asignada mayor a 40.000 habitantes

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz INCAL de A.C. Consultores (1996)

Se requiere un total de 6.993 m2 aproximadamente de terreno, con 4.562 m2 de edificación destinada a establecimientos de salud pública en la actualidad, quedando cubierta la demanda con el terreno existente.

2.8.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Salud

De acuerdo a los estándares referenciales, la comuna de San Fernando tiene cubierta la demanda de salud proyectada al año 2038, pues el aumento de demanda al horizonte del Plan Regulador Comunal es leve, requiriendo principalmente de la mejora de la atención en los centros de salud, los tiempos de espera por atención y la dotación de profesionales y personal capacitado.

El plan propuesto debe considerar zonas mixtas que permitan tanto el mejoramiento, ampliación o construcción de nuevos establecimientos de modo de complementar la Red Asistencial del Servicio de Salud y promover la instalación de centros médicos con especialidades.

2.9 Suficiencia de Equipamiento de Seguridad

2.9.1 Situación actual

La comuna de San Fernando cuenta con una comisaría de carabineros y cuatro retenes, además del regimiento militar y tres cuerpos de bomberos.

El principal problema reconocido en el Pladeco es la falta de cobertura policial en el sector nor-poniente de la ciudad de San Fernando.

Tabla N° 13: Establecimientos de Seguridad, unidades policiales, comuna de San Fernando

Nombre	Tipo	Dirección	Prefectura
1ra. Comisaría San Fernando	Comisaría	Avenida Manuel Rodríguez N° 625	Colchagua
Reten Agua Buena	Reten	Avenida Julio Fernández S/N	Colchagua
Reten Angostura	Reten	Camino Angostura S/N	Colchagua
Reten Puente Negro (F)	Reten	Ruta I-45 KM 16	Colchagua
Reten Roma	Reten	Camino A Roma S/N	Colchagua

Fuente: Unidades Policiales de Carabineros, en web <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/unidades-policiales-de-carabineros.html>

Tabla N° 14: Establecimientos de Seguridad, cuerpo de bomberos, comuna de San Fernando

Nombre	Dirección
Tercera Compañía del Cuerpo de Bomberos de San Fernando	El Roble 563 · (72) 271 2832
Segunda Compañía Bomba "Chile-España"	Avda Bernardo O'Higgins 550
Primera Compañía de Bomberos De San Fernando	Calle Argomedo 615

Fuente: Cuerpo de Bomberos en web <http://www.bomberos.cl/cuerpo-de-bomberos-de-San-Fernando>

2.9.2 Situación proyectada

En el cuadro siguiente se presenta la situación proyectada al año 2038, que corresponde al horizonte del proyecto. Se evidencia una demanda de 7.549 m² de terreno y se observa que existen 2.979 m² de edificación demandadas para este uso, concluyendo que en general se encuentra cubierta la demanda.

Tabla N° 15: Suficiencia en Equipamiento de Seguridad al 2038

Actividad, Destino, Nivel	Demanda 2038	Terreno Demanda 2038		Edificación Demanda 2038		Demanda	
		M2/ Usuario	Total M2	M2/ Usuario	Total M2	Terreno m2	Edif m2
Retén	28.185	0,27	7.549	0,01	383	7.549	2.979
Tenencia		0,06	0	0,01	0		
Sub-Comisaría		0,12	0	0,11	0		
Comisaría	93.651	0,12	10.864	0,03	2.596		

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz INCAL de A.C. Consultores (1996)

2.9.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento de Seguridad

De acuerdo a los estándares referenciales, la comuna presenta tipos de equipamiento de seguridad acordes a sus necesidades, por lo cual se concluye que tienen cubierta la demanda en materia de seguridad.

2.10 Suficiencia de Equipamiento Social

2.10.1 Situación actual

En el territorio en estudio existen Equipamientos de tipo Social, en su mayoría destinados a Sedes Sociales, ubicadas en las localidades de San Fernando y Puente Negro. Termas del Flaco que carece de este tipo de equipamiento.

2.10.2 Situación proyectada

En la medida que aumente la población y se generen nuevos loteos para desarrollo residencial se deberán construir nuevos equipamientos sociales para dar cumplimiento a lo requerido por la OGUC.

2.10.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Social

Se puede requerir el desarrollo o generación de nuevo equipamiento social en vista del crecimiento poblacional proyectado, por lo que se recomienda generar áreas de uso mixto que sean capaces de albergar este uso.

2.11 Suficiencia de Equipamiento Deportivo

2.11.1 Situación actual

La comuna cuenta con 148 clubes deportivos, de acuerdo a datos del Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM) del año 2014. El principal equipamiento deportivo de San Fernando se desarrolla en el complejo del parque Abel Bouchon donde se localiza el Estadio, Piscina Media Luna y Canchas de Tenis.

También se localizan en la ciudad algunos complejos deportivos, finalmente en los nuevos proyectos de loteos se pueden observar la localización de multicanchas.

Se percibe en general la insuficiencia de equipamiento disponible en para el desarrollo de actividades deportivas en la comuna, requiriéndose tanto la construcción de nuevos recintos deportivos, como el mejoramiento y habilitación de los recintos existentes. La localidad de Termas del Flaco no cuenta con equipamiento deportivo disponible.

2.11.2 Situación proyectada

En el cuadro siguiente se presenta la situación proyectada al año 2038, que corresponde al horizonte del proyecto. De acuerdo a los cálculos, con la población proyectada existiría una demanda de 537.393 m² de terreno para equipamiento deportivo, la cual no se encuentra cubierta.

Tabla N° 16: Suficiencia en Equipamiento de Deporte al 2038

Actividad, Destino, Nivel	Demanda 2038	Terreno Demanda 2038		Edificación Demanda 2038		Déficit	
		M2/ Usuario	Total M2	M2/ Usuario	Total M2	Terreno M2	Edif M2
Centro Abierto/ Gimnasio (12)	116.339	0,60	69.803	0,04	4.654	537.393	4.654
Cancha	116.339	3,62	421.054		0		
Multicancha	116.339	0,40	46.536		0		

¹² Centro abierto: centro recreativo juvenil con construcciones para bodega, camarines, baños y sala de recreación, además de multicancha y juegos

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz INCAL de A.C. Consultores (1996)

2.11.3 Conclusiones sobre suficiencia de Equipamiento Deportivo

De acuerdo a los estándares referenciales, la comuna de San Fernando no tiene cubierta la demanda de equipamiento deportivo en relación a las necesidades de la población, requiriéndose especialmente superficie de cancha y gimnasios.

El Plan propuesto deberá considerar la inclusión de áreas de equipamiento deportivo que den cobertura al territorio planificado, pudiendo compartir el espacio con zonas destinadas a áreas verdes, por ejemplo, y procurando tener en vista que cuenten con una buena accesibilidad para todos los habitantes de la ciudad.

2.12 Suficiencia de uso de suelo de tipo Área Verde

2.12.1 Situación actual

La ciudad de San Fernando cuenta con áreas verdes de manejo municipal, repartidas en las categorías de Plazas, Plazuelas y Parque. El Parque Abel Bouchon de la ciudad de San Fernando es el que posee mayor extensión.

La disponibilidad actual de áreas verdes de la ciudad de San Fernando está bajo el mínimo sugerido por OMS, de 9 m²/hab en áreas urbanas. No obstante, se aprecia que tanto las localidades del plan como la ciudad de San Fernando, cuentan con un entorno privilegiado gracias a la presencia de extensas plantaciones agrícolas, así como a la presencia de vegetación nativa cordillerana, lo que aporta significativamente al ambiente y embellecimiento local, que si bien no son de uso público, se presentan como un aporte paisajístico en términos de cobertura vegetal

Ni la localidad de Puente Negro ni Termas del Flaco cuentan con dotación de áreas verdes públicas para sus habitantes.

2.12.2 Situación proyectada

De acuerdo a las proyecciones de la población de la Comuna de San Fernando, al año 2038 alcanzaría a tener alrededor de 166.339 habitantes, cuya demanda total de áreas verdes sería de más de 100 hectáreas, encontrándose las mayores coberturas actualmente en las destinadas a Parque y a plazas barriales.

Tabla N° 17: Suficiencia de Áreas Verdes en la comuna de San Fernando

Actividad, Destino, Nivel	Terreno Demanda 2038		Demanda M2 Terreno
	M2/Usuario	Total M2	
Parque (8)	5,00	581.695	1.058.685
Plaza Comunal (9)	2,50	290.848	
Plaza Barrial (10)	0,80	93.071	
Bandejón (11)	0,80	93.071	
Total Actual	Total Demanda	581.695	

8 Parque de Adultos en matriz INCAL, para aquellos entre 2 y 12 hectáreas. Responde a estándar español. Se consideran parques de borde (rio, mar, laguna) y de cerros

9 Parque Urbano Comunal. Se consideran aquellos entre 0,5 y menores a 2 hectáreas.

10 De acuerdo a DS 168/84 que considera 1/3 para juegos infantiles, equivalente a 0,25 m²/habitante. Se consideran aquellos mayores a 0 y menores a 0,5 hectárea

11 Se toma iguales m² de bandejon que de plaza barrial por DS 168/84. Se consideran áreas verdes lineales menores a 0,5 hectáreas.

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz INCAL de A.C. Consultores (1996)

2.12.3 Conclusiones sobre suficiencia de uso de suelo de tipo Área Verde

Dado que en la situación proyectada al año 2038 para la Comuna de San Fernando existe un gran déficit en cantidad y en escala de áreas verdes, se recomienda que para cubrir la demanda comunal y para

configurar de una manera coherente el sistema de áreas verdes, se realice una planificación sistémica y escalar.

Se propone como criterio general crear una red de equipamiento verde, sustentada en el Parque como base, para luego dar continuidad a las áreas verdes en los espacios de desplazamiento y de recreación.

Con relación a las tipologías, se debe observar al respecto los tamaños y funciones sistematizados por el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo para los espacios públicos.

Tabla N° 18: Recomendaciones de Función y tamaño para Áreas Verdes

Función en el espacio urbano	Tamaño
Articulación e integración de barrios y ciudades	Parques metropolitanos e intercomunales
Organización de la estructura vial	Parques comunales o zonales
Organización de las circulaciones	Plazas
Preservación y valorización ecológico ambiental y del patrimonio natural	Plazoletas o plazuelas
Valorización del patrimonio cultural	Espacios residuales (retazos con potencial de recuperación)
Valoración de la identidad social	Espacios intersticiales
Mitigación de impactos del ambiente construido	Jardines
Mitigación de impactos del ambiente natural	Esquinas
Espacios intersticiales (entre edificaciones)	Veredas anchas o veredones
	Retranqueos de edificaciones

Fuente: Espacios Públicos, Recomendaciones para la Gestión de Proyectos. División de Desarrollo Urbano MINVU

De acuerdo al artículo 2.1.31 de la OGUC, en las áreas verdes se entenderán siempre admitidos como destinos complementarios y compatibles, los equipamientos Científico, Culto y Cultura, Deporte y Esparcimiento, por lo que se puede contar con estos espacios, dentro de los márgenes que se establecen en la OGUC al respecto.

3. CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE EQUIPAMIENTO COMUNAL

Del análisis de la oferta y demanda de equipamiento y áreas verdes, se obtiene que la comuna cuenta con una cobertura adecuada de la demanda de equipamiento de educación y salud.

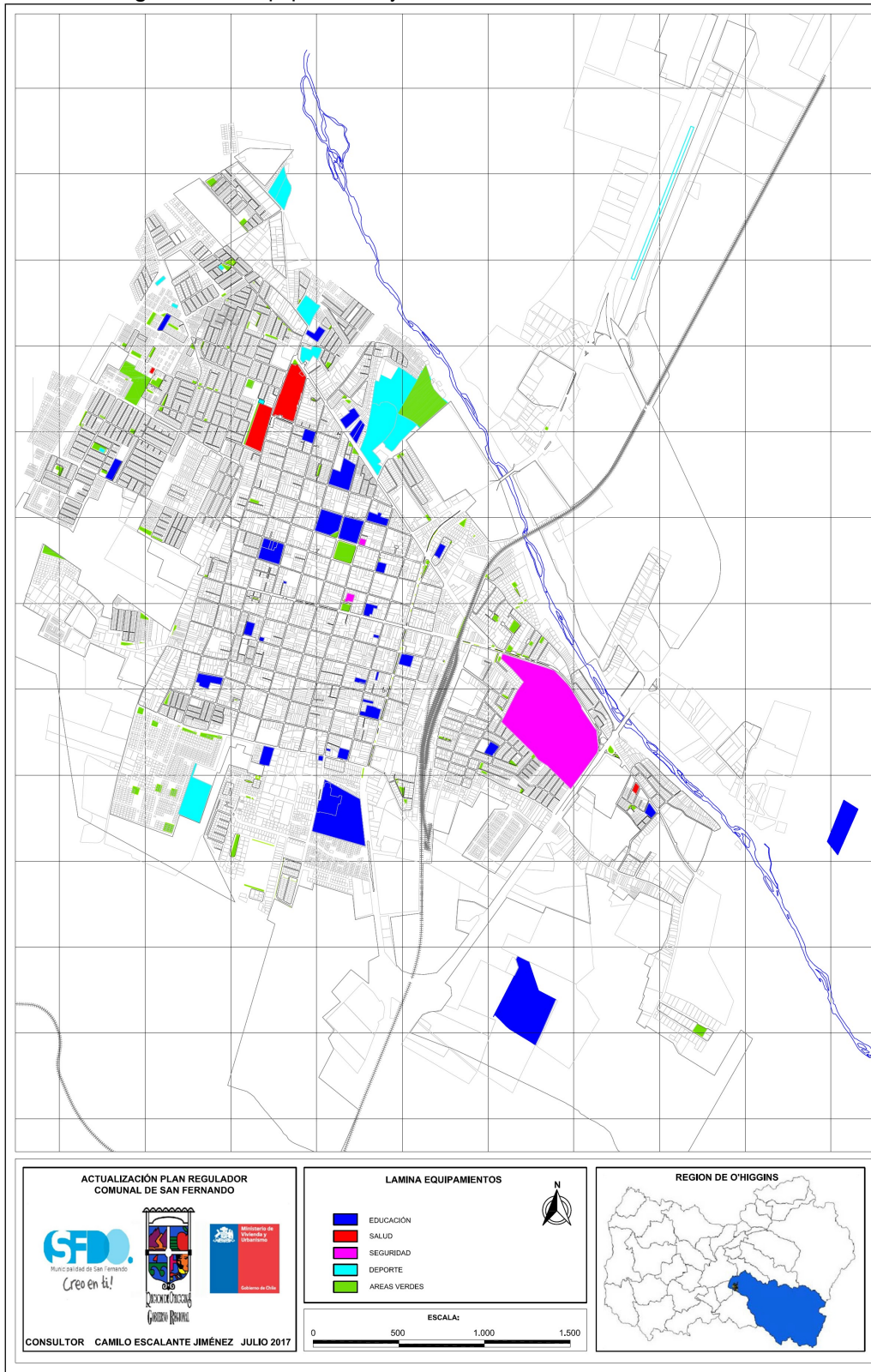
La matriz de evaluación arroja además que la comuna presenta un importante déficit de áreas verdes, proponiendo en el plan que este uso sea admitido en todas las zonas y planteando además zonas con este uso como preferente.

No se establecen parámetros respecto a la demanda de equipamiento científico, comercio, servicios, culto y cultura, esparcimiento ni social, pero al respecto se puede concluir lo siguiente:

- Actualmente no existe equipamiento científico ni de esparcimiento en la comuna, lo cual es asumido por las zonas del plan propuesto.
- Se reconoce que la educación es principalmente parvularia, básica y media, debiendo preverse el desarrollo de nuevos centros de formación técnica y universidades.
- Respecto a los servicios, se reconoce que se concentran en la localidad de San Fernando, proponiendo en el plan que este uso sea permitido además en Puente Negro.
- Los equipamientos culturales se presentan solo en San Fernando, mientras que se observa equipamiento de culto en todas las localidades estudiadas. El plan permite su uso como un uso complementario al uso residencial y propone equipamiento de impacto medio en las zonas con uso preferente de equipamiento.

En base a todos los antecedentes expuestos en este estudio, sobre situación actual de los equipamientos, proyecciones de demanda al año 2038 y análisis del plan propuesto, se puede concluir que la propuesta de Plan Regulador Comunal de San Fernando otorga condiciones normativas apropiadas para superar los déficits de equipamiento y complementar los usos propuestos, sin generar incompatibilidades entre ellos

Figura N° 1: Equipamiento y áreas verdes Ciudad de San Fernando



Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE RIESGOS / ABRIL 2021

ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE SAN FERNANDO

INDICE

1. INTRODUCCION	4
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
1.2 DEFINICIONES RELEVANTES	4
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES	5
1.4 CONTEXTO JURÍDICO.....	5
2. METODOLOGÍA.....	6
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
3.1 LA COMUNA	8
3.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	9
3.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL	10
3.4 GEOLOGÍA REGIONAL	13
3.5 GEOLOGÍA LOCAL.....	13
3.6 CLIMA.....	15
3.7 VEGETACIÓN	16
3.8 HIDROLOGÍA	17
3.9 ACTIVIDAD MINERA	19
4. AMENAZAS CONSIDERADAS.....	20
4.1 REMOCIONES EN MASA.....	20
4.1.1 DEFINICIÓN Y TIPO DE REMOCIONES EN MASA.....	20
4.1.2 FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES.....	23
4.2 VOLCANISMO.....	26
4.3 SISMOS.....	27
4.3.1 SISMOS Y FUENTES SISMOGÉNICAS	27
4.3.2 ANTECEDENTES SÍSMICOS EN LA REGIÓN	30
4.4 FALLAS GEOLÓGICAS	32
4.5 INUNDACIONES	35
5. ZONAS DE RIESGO EN LA COMUNA DE SAN FERNANDO.....	36
5.1 REMOCIONES EN MASA.....	36
5.2 INTRODUCCIÓN.....	36
5.3 TIPO DE REMOCIONES EN MASA EN LA COMUNA Y FACTORES CONDICIONANTES IDENTIFICADOS	37
5.4 ZONIFICACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA.....	41
5.5 VOLCANISMO.....	45
5.6 SISMOS.....	48
5.7 FALLAS GEOLÓGICAS	48
5.8 ÁREAS CON RIESGO DE INUNDACION	48
6. CONCLUSIONES.....	53
7. REFERENCIAS.....	54

FIGURAS

Figura n° 1: Localización de la comuna de San Fernando, VI región.....	8
Figura n° 2: Unidades morfológicas entre los 34° y 35° Lat. S.	9
Figura n° 3: Unidades Geomorfológicas, comuna de San Fernando.	11
Figura n° 4: Vista de contexto Ciudad de San Fernando.....	11
Figura n° 5: Vista de contexto Puente Negro.....	12
Figura n° 6: Vista de contexto Termas del Flaco.....	12
Figura n° 7: Unidades geológicas comuna San Fernando.....	14
Figura n° 8: Clasificación climática de Köeppen, comuna de San Fernando.....	15
Figura n° 9: Vegetación asociada a usos de suelo comuna de San Fernando.....	17
Figura n° 10: Fernando Hidrografía comuna de San Fernando.....	18
Figura n° 11: Remociones en Masa de tipo Caídas de Rocas.....	21
Figura n° 12: Remociones en Masa de tipo Deslizamientos.....	22
Figura n° 13: Remociones en Masa de tipo Flujo.....	22
Figura n° 14: Remociones en Masa de solifluxión y extensiones laterales.....	23
Figura n° 15: Ubicación de volcanes RM y VI región.....	26
Figura n° 16: Zonas y áreas definidas con peligro volcánico (se destaca área sensible a procesos Laháricos).....	27
Figura n° 17: Sismicidad histórica entre 1900 y 2010.....	28
Figura n° 18: Esquema de subducción de Chile mostrando fuentes sismogénicas.....	29
Figura n° 19: Relación general entre el material del sustrato y la amplificación de la vibración durante un terremoto.....	30
Figura n° 21: Imagen de Mapa de Peligro Sísmico Probabilístico.....	31
Figura n° 21: Imagen del Mapa de Amenaza Sísmica.....	32
Figura n° 22: Modificado del Mapa geológico de Chile (escala 1: 1.100.000) mostrando fallas.....	34
Figura n° 23: Evidencias de caídas de rocas Localidad Termas del Flaco.....	37
Figura n° 24: Aluvión 25 febrero de 2017, sector edificio, Localidad Termas del Flaco.....	38
Figura n° 24: Aluvión 25 febrero de 2017, sector carabineros, Localidad Termas del Flaco.....	39
Figura n° 25: Modelo de pendientes comuna de San Fernando.....	40
Figura n° 27: Susceptibilidad de remociones en masa comuna de San Fernando.....	42
Figura n° 28: Susceptibilidad de remociones en masa Puente Negro.....	43
Figura n° 29: Susceptibilidad de remociones en masa Termas de Flaco.....	44
Figura n° 30: Área de riesgo de inundación Sector urbano San Fernando.....	50
Figura n° 31: Perfil transversal Puente Negro.....	51
Figura n° 32: Área de riesgo de inundación Puente Negro.....	51
Figura n° 33: Área de riesgo de inundación Termas del Flaco.....	52

TABLAS

Tabla n° 1: Clasificación de Remociones en Masa.....	20
--	----

1. INTRODUCCION

La ocurrencia de daños asociados a fenómenos naturales ha estado siempre presente, sin embargo con la explosión demográfica a nivel mundial estos fenómenos han adquirido mayor importancia, especialmente por la ocupación de terrenos escarpados y la construcción de grandes ciudades con complejas obras de ingeniería. La tendencia mundial es que los fenómenos naturales sean considerados dentro de la planificación del territorio o que sean incluidos como una variable más a analizar dentro de obras de ingeniería. Según Ayala-Carcedo (2002), la actitud social y política adoptada ante los desastres naturales ha ido cambiando con el tiempo. A partir de la década de los 80 se genera un reconocimiento del deterioro ambiental causado por el hombre y por otro lado se hace un llamado desde la racionalidad científica a la adopción de medidas de reducción de desastres, mediante sistemas de alerta temprana, ordenamiento del territorio y adopción de medidas curativas post desastre.

En el contexto de la Licitación Pública Estudio Básico “Actualización del Plan Regulador Comunal de San Fernando”, adjudicado por Licitación pública al Consultor Camilo Escalante J, se presentan los resultados del estudio de riesgos físicos de la comuna de San Fernando, realizado para actualizar y/o modificar el Plan Regulador Comunal, cumpliendo con la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general de este trabajo es ajustar y/o delimitar las áreas de riesgos (de acuerdo a lo señalado por el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones) que han de ser incorporadas en la modificación del Plan Regulador Comunal de San Fernando.

1.2 DEFINICIONES RELEVANTES

El planeta tierra es un sistema dinámico en permanente cambio debido a una serie de procesos geológicos generados tanto en su interior (procesos Endógenos) como en superficie (procesos Exógenos). Algunos de estos cambios son repentinos y violentos (como un terremoto o la erupción de un volcán), mientras que otros son cambios lentos, que pocas veces se perciben, pero que paulatinamente van modelando nuestro entorno y también pueden ser fuente de amenazas.

La ocurrencia de eventos asociados en muchas ocasiones genera daño y devastación en poblaciones. Dentro de este contexto, se fijarán algunos términos y definiciones que permitirán entender el desarrollo de las distintas etapas del estudio. En este contexto, González de Vallejo et al. (2002) define como **riesgo** al conjunto de amenazas potenciales que pueden generar daño a personas y sus bienes (en este caso asociados a causas de origen geológico e hidrometeorológico). Esta definición, por una parte, hace referencia al fenómeno propiamente tal (estudio de la amenaza potencial), y por otra, al nivel de daño que puede generar.

En el estudio de la amenaza potencial, resulta fundamental determinar el peligro o **peligrosidad**, y está directamente relacionado con determinar la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno en un área y tiempo determinado (González de Vallejo et al., 2002). Específicamente, determinar el tipo de fenómeno, área que abarcará, probabilidad de ocurrencia, período de retorno, magnitud, velocidad, capacidad de control y predicción, entre otros aspectos resulta fundamental para cuantificar las amenazas que pueden afectar un sector, y que en general es abordado por profesionales ligados a las ciencias de la tierra (geólogos, geógrafos físicos, geofísicos e ingenieros geólogos).

La otra arista en la definición de riesgo es la referida al daño o a quienes afectará la ocurrencia de algún fenómeno. En este caso, se considera el grado de pérdidas y el nivel de preparación que presentan los asentamientos y se conoce como **vulnerabilidad** (UNDRO 1979, en Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial, SUBDERE 2011). Según la Organización de Naciones Unidas (ONU), la

vulnerabilidad se estima como la capacidad de respuesta de las construcciones humanas a la activación de una amenaza o bien, se puede estimar el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos como consecuencia de un fenómeno de intensidad determinada. Determinar el grado de vulnerabilidad de una población es un tema complejo, pues depende un tema complejo, dado que abarca aspectos del medio construido, aspectos sociales, económicos, ideológicos, territoriales, entre otros.

El concepto de **susceptibilidad**, que dice relación con la posibilidad que una zona se vea afectada por un determinado proceso expresada en grados cualitativos y relativos (González de Vallejo et al., 2002), y que dependerá de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos (que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos). Este concepto es fundamental en el presente trabajo, pues en general los estudios de amenazas naturales a escala comunal abordan la temática desde esta perspectiva.

La susceptibilidad se puede estimar considerando el inventario de los fenómenos registrados en una zona y la superposición de los factores que los condicionan, no considerando la variable temporal ni el cálculo de la probabilidad de ocurrencia, sino que mediante una sumatoria de factores favorables a la generación del fenómeno (González de Vallejo et al., 2002).

1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES

Para este trabajo, se realizó en una primera etapa una compilación de antecedentes y referencias bibliográficas referidas a la comuna, especialmente en términos de características físicas (geomorfología, geología, hidrografía e hidrogeología), y tipo de amenazas geológicas presentes.

Las zonas definidas como “Zonas de Riesgo” corresponden a zonas con distintos niveles de susceptibilidad ante un determinado proceso, evaluada como la superposición de antecedentes, no determinándose niveles de peligrosidad o probabilidad de ocurrencia en el tiempo.

Considerando que la escasa información geológica del área de estudio está disponible a escala 1:250.000, la extensión de la comuna, la identificación de áreas susceptibles a ser afectadas por algún peligro geológico se realizó a escala 1:50.000 a escala comunal, y a escala **1:5.000** en el área urbana consolidada. Por lo anterior, se debe destacar que los resultados de este trabajo no deberían ser utilizados a una escala más detallada que la de referencia, ya que esto podría llevar a errores en la planificación territorial. Para estudios con mayor nivel de detalle, se deberán hacer estudios específicos.

1.4 CONTEXTO JURÍDICO

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su apartado 2.1.17 “Disposiciones complementarias” indica que: “En los planes reguladores podrán definirse áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas se denominarán “áreas de riesgo”, como se indica a continuación:

Por “áreas de riesgo” se entenderán aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. En el marco de este informe, “áreas de riesgo” son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un “peligro geológico”.

Las “zonas no edificables” corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

De acuerdo con la OGUC, las “áreas de riesgo” se determinarán en base a las siguientes características:

- Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
- Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

Haciendo una homologación entre lo dispuesto por la OGUC en términos de las amenazas naturales que generan la definición de zonas de riesgo, se identifican procesos de Inundación por desborde de cauces y anegamientos; procesos de tipo Remociones en Masa; y procesos asociados a la actividad interna del planeta (como Sismicidad, Volcanismo y fallas geológicas). Más adelante se presenta una descripción de las amenazas antes señaladas.

Para autorizar proyectos a emplazarse en áreas de riesgo, se requerirá que se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un estudio fundado, elaborado por profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda.

2. METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento al objetivo general de este trabajo (ajustar y/o delimitar las áreas de riesgos de acuerdo con lo señalado por el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones), y que sean incorporadas en la modificación del Plan Regulador Comunal de San Fernando, se realizaron las siguientes actividades agrupadas según lo descrito a continuación:

- Hito 1. Recopilación, análisis y sistematización de la información base de la zona de estudio, entre la que se destaca:
 - Antecedentes bibliográficos y literatura
 - Estudios técnicos anteriores en áreas de Geología, Geomorfología, Peligros y Riesgos Naturales
 - Cartografía, Topografía, imágenes satelitales Google_Earth
 - Estudios de Diagnóstico, Instrumentos de Planificación Territorial, entre otros.
 - Antecedentes de amenazas que han afectado la comuna

El análisis de la información permite definir la escala de trabajo, el área a analizar y las amenazas presentes. El área de estudio abarca la totalidad de la comuna de San Fernando, la cual fue analizada a distintas escalas a partir de la información disponible y los objetivos del estudio. La información geológica del área está disponible a una escala 1:250.000, mientras que las curvas de nivel provistas para el estudio están cada 50 metros, por lo que, para las áreas urbanas la escala de análisis fue con una escala de representación en planos 1:5.000. Para el resto de la comuna (áreas excluidas al desarrollo urbano) la escala de análisis fue 1:50.000, con una representación escala 1:100.000.

- Hito 2. Definición del estado del arte y línea base geológica y geomorfológica.

A partir de la información existente (descrita más adelante), complementada con validaciones realizadas en visitas a terreno, se definen las unidades geológicas y geomorfológicas presentes en el área de estudio, e identifican los parámetros relevantes para la definición de amenazas.

En este punto resulta fundamental la caracterización de las unidades geológicas y geomorfológicas y su influencia en la ocurrencia e intensidad de distintos eventos. Como ejemplo, identificar la presencia de depósitos sedimentarios producto de procesos de remoción en masa e inundaciones, depósitos aluviales

activos e inactivos, zonas de generación de coluvios, afloramientos rocosos y su condición geotécnica, entre otros. La línea base permite generar modelamiento de variables, tales como la pendiente del terreno y su influencia en la generación de amenazas.

Se realizaron dos visitas a terreno (agosto de 2017 y febrero de 2018) orientadas a validar la información geológica y geomorfológica, e identificar las amenazas presentes en la comuna, especialmente procesos de remociones en masa e inundaciones.

- Hito 3. Definición de Peligros presentes en la comuna y zonificación por susceptibilidad

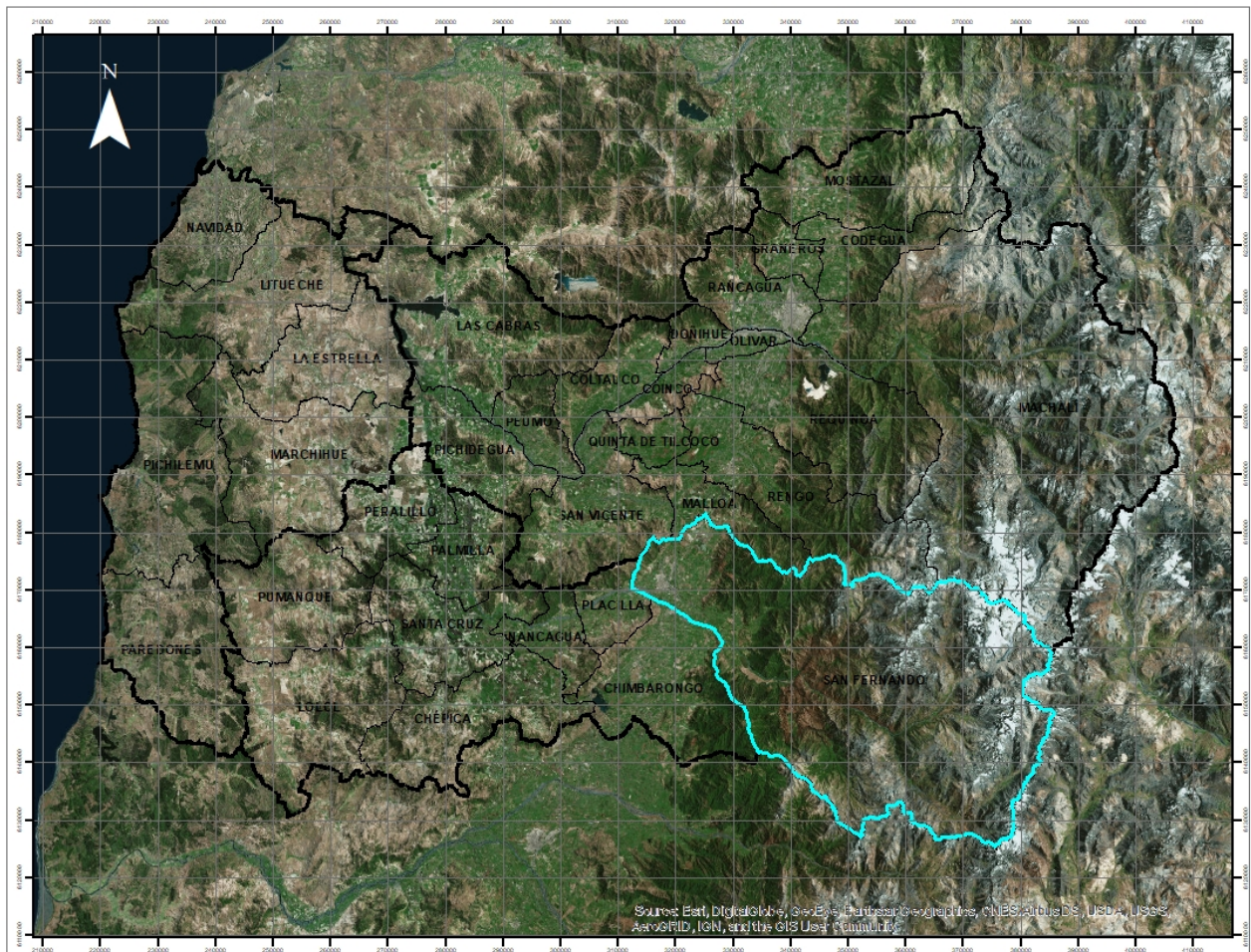
A partir de los antecedentes recopilados y la línea de base geológica y geomorfológica, se presenta una descripción cualitativa de cada uno en los fenómenos y su grado de afectación en las zonas urbanas, elaborándose los mapas de susceptibilidad (en caso que sean estos zonificables) a partir de la superposición de factores que condicionan su ocurrencia. El énfasis del estudio lo concentra la zona urbana. No obstante lo anterior, en zonas excluidas del área urbana se presenta los resultados con recomendaciones generales.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 LA COMUNA

San Fernando, se localiza en la Región de O'Higgins, Provincia de Colchagua, es la capital provincial y la segunda comuna en importancia, tiene una superficie de 2.458 Km² y se encuentra a 349 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con las comunas de Malloa, Rengo y Machalí, al oeste con las comunas de San Vicente, Placilla y Chimbarongo, al Sur con la comuna de Romeral (VII Región) y al este con la República Argentina.

Figura n° 1: Localización de la comuna de San Fernando, VI región.



Fuente: Elaboración propia

3.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La VI región se caracteriza por la típica división morfológica en tres franjas, que caracteriza a gran parte del país: Cordillera de Los Andes, Valle Central (o Depresión Central) y Cordillera de la Costa. La continuidad del Valle Central se ve en parte interrumpida por dos serranías transversales (Angosturas de Paine y Cerros de Pelequén), correspondientes a prolongaciones hacia el oriente de la Cordillera de la Costa (Hauser, A. 1990).

Estas Serranías producto del desmembramiento de la Cordillera de la Costa corresponden a un conjunto de cerros que tienen una morfología bastante pronunciada, con forma aserrada y por lo general es más larga en extensión que en ancho, lo que resta continuidad y superficie al Valle Central. De acuerdo con lo anterior, las unidades geomorfológicas presentes en la VI región serían 4 de este a oeste: Cordillera de Los Andes, Valle Central, Serranías Intermedias y Cordillera de la Costa. Específicamente, la comuna de San Fernando se ubica a escala regional en la unidad de Serranías Intermedias (ver Figura 2. Unidades morfológicas entre los 34° y 35° Lat. S. Hauser, 1990).

Figura n° 2: Unidades morfológicas entre los 34° y 35° Lat. S.



Fuente: Modificada de Hauser, 1990

De acuerdo con Hauser (1990) las laderas de los cerros que conforman las serranías intermedias presentan laderas normalmente escarpadas, cortadas por numerosas quebradas muy activas durante la estación pluvial (escurrimiento de material y agua en superficie). Hacia el Oeste se gradúa a la Cordillera de la Costa.

3.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

En la comuna de San Fernando se identifican las geformas de la Cordillera de los Andes, Precordillera Andina, y la Depresión Intermedia.

Cordillera de los Andes: (localidad de Termas del Flaco)

Representa la mayor parte del territorio comunal, sus alturas varían entre los 3000 y 4000 metros. Las características de la cordillera a la latitud de la cuenca hidrográfica del río Tinguiririca es muy singular, ya que se caracteriza por un sistema fluvial con una impronta ligada a numerosos episodios de glaciación y volcanismo. Todas las confluencias superficiales de aguas, sus lechos y laderas son sectores críticos de alta vulnerabilidad y potencial peligro de desestabilización de laderas.

Precordillera Andina:

El territorio precordillerano de la comuna se denomina también “La Montaña”, alcanzando gran extensión en sentido este-oeste. En esta zona la precordillera es considerada una unidad transicional, emplazada entre el relieve plano del Llano Central y las altas cumbres que conforman la Cordillera de los Andes. Se trata de un relieve de origen sedimentario, formado por una acumulación caótica de materiales glaciales, volcánicos y fluviales dispuestos al pie de la cordillera troncal. Es un territorio de difícil penetración por las características topográficas de laderas abruptas, ríos encajonados, materiales fuertemente arcillosos y poco permeables, constituidos por rodados de tamaños y colores variables.

Depresión Intermedia: (localidades de San Fernando y Puente Negro)

Está constituida por materiales sedimentarios de origen fluvial acarreados fundamentalmente por los cursos de agua más relevantes. Estos materiales sedimentarios conforman un área que va de plana a ligeramente ondulada, presentando una inclinación general hacia el poniente. Sus altitudes medias se ubican en los 350 metros.

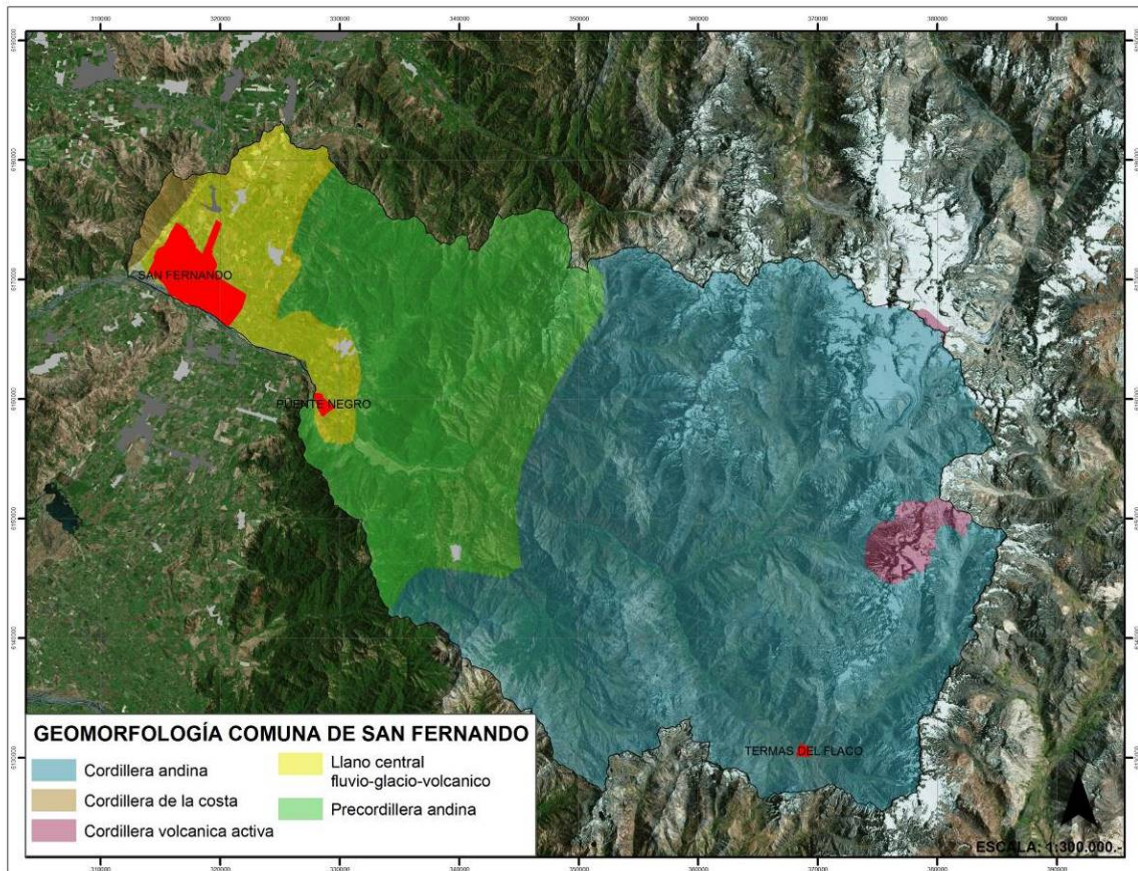
El Llano Central como unidad geomorfológica se caracteriza por ser una superficie tectónica que durante el Terciario no fue afectada por los movimientos de solevantamiento que formaron la Cordillera de los Andes, los que generaron una cuenca basal que recibió los rellenos de las cadenas en alzamiento derivados de la orogenia andina.

Esta unidad de relieve se nutre e irriga con aguas provenientes de ríos cordilleranos y los sistemas de quebradas precordilleranas y cordilleranas, cuyos trayectos escurren preferentemente de Este a Oeste. Todas estas aguas de escorrentías superficiales han aportado con deposiciones sedimentarias aluviales, permitiendo el desarrollo de una agricultura intensiva en la comuna.

Cordillera de la Costa

En la comuna de San Fernando, la Cordillera de la Costa ocupa una mínima superficie en el sector poniente de la comuna. Corresponde a una estribación con dirección poniente – oriente, de macizo cordillera de la Cordillera de la Costa.

Figura n° 3: Unidades Geomorfológicas, comuna de San Fernando.



Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias

La Ciudad de San Fernando se localiza en el fondo de fluvio – glacio - volcanico (pendientes menores a 2°) y alturas medias de 350 metros s.n.m. , marcando por la presencia del río Tinguiririca. En su área más próxima se localizan por el poniente estribaciones de la Cordillera de Costa y por el oriente la Precordillera Andina

Figura n° 4: Vista de contexto Ciudad de San Fernando



Fuente: Modificada de Google Earth.

La localidad de Puente Negro se localiza en el fondo de fluvio – glacio - volcanico (pendientes menores a 2°) y alturas medias de 520 metros s.n.m. , marcando por la presencia del río Tinguiririca y Río Claro. En su área más próxima se localizan por el norte y sur estribaciones de la Precordillera Andina

Figura n° 5: Vista de contexto Puente Negro



Fuente: Modificada de Google Earth

La localidad de Termas del Flaco se localiza en el fondo de valle en U (origen glacial, actualmente Río Tinguiririca) y alturas medias de 1750 metros s.n.m. , marcando por la presencia del río Tinguiririca y los cordones cordilleranos. En su área más próxima se localizan por el norte y sur estribaciones de la Cordillera Andina

Figura n° 6: Vista de contexto Termas del Flaco



Fuente: Modificada de Google Earth

3.4 GEOLOGÍA REGIONAL

Abarcando la cordillera de la Costa y las zonas de serranías, se reconocen franjas longitudinales (de oeste a este) de rocas metamórficas e intrusivas del Paleozoico. En la depresión intermedia, se identifican franjas longitudinales de rocas intrusivas, volcánicas con intercalaciones continentales y marinas (Jurásico a Cretácico), disminuyendo su edad hacia el este, donde predominan rocas volcánicas del cenozoico. Los principales centros volcánicos de la zona se ubican en el sector oriental (cordillera principal), que se presenta plegada e integrada por rocas meso-cenozoicas intruidas a su vez por granitoides del Mioceno. En la zona cordillerana (70°2' S) se reconocen centros volcánicos activos (que han manifestado alguna actividad en los últimos 10 mil años, o presente evidencias de actividad medible). Estos son los complejos volcánicos Andrés, Palomo, El Portillo y Tinguiririca, entre las ciudades San Fernando y Chépica (PROT. 2002).

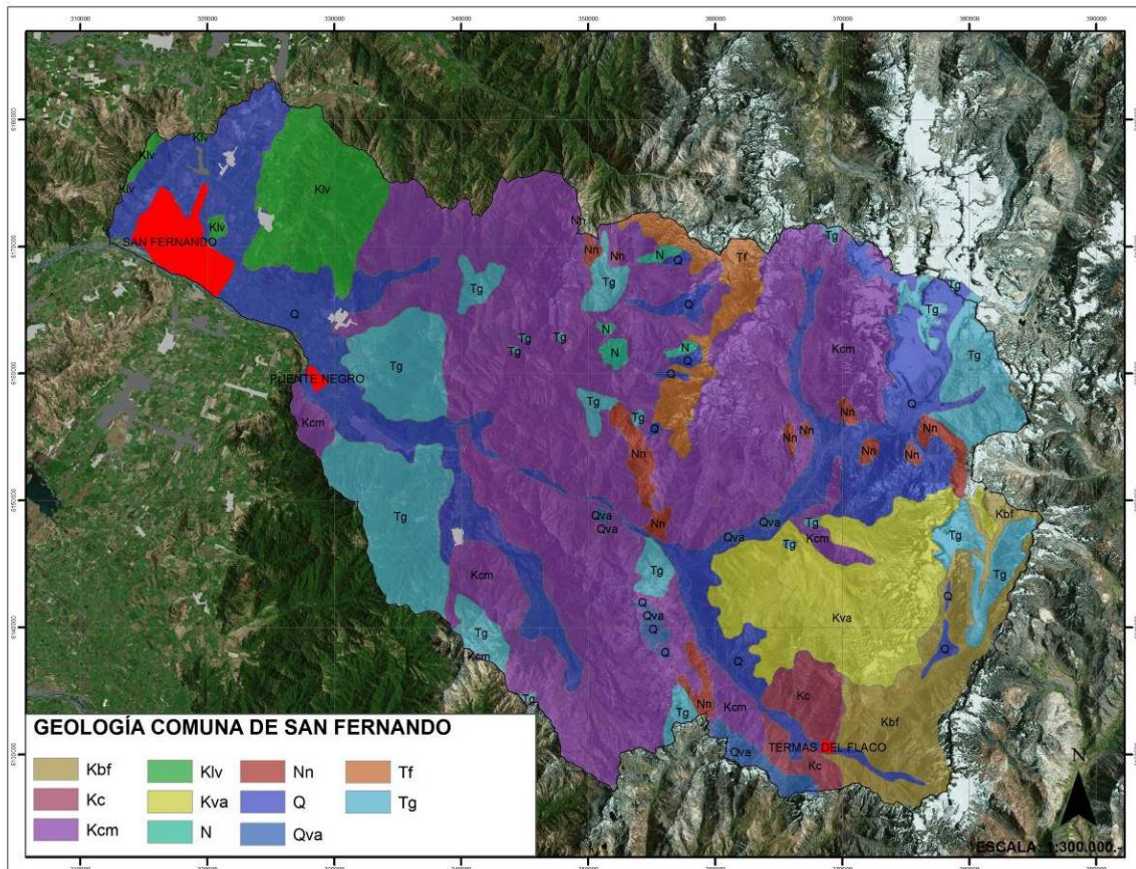
Las unidades cuaternarias de la zona de estudio corresponden principalmente a depósitos fluviales, aluviales, coluviales que se emplazan fundamentalmente a lo largo de los valles.

3.5 GEOLOGÍA LOCAL

La información relativa al marco geológico regional al área de estudio, se encuentra consignado un estudio desarrollado para el Instituto de Investigaciones Geológicas denominado “Avance Geológico de las hojas Rancagua, Curicó, Linares, Chanco, Concepción y Chillán” del año 1977, los cuales tienen relación con la geología de superficie en la cuenca aportante al área de estudio en donde se reconocen las siguientes formaciones geológicas:

- Formación Lajuela (Kl): Corresponde a un conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias marinas y continentales. Está constituida por andesitas y volcanitas queratofíricas con potentes intercalaciones sedimentarias de calizas, areniscas y conglomerados.
- Lavas y Flujos Piroclásticos de Planicies y Valles (Qpu): Se incluyen piroclastos y lavas que preferentemente llenan antiguos valles glaciales y fluviales, configurando además terrazas que se ubican hasta 30 m sobre el nivel de dichos valles. Estas lavas piroclásticas se extienden a lo largo de la cordillera principal y afloran en diversas localidades del borde oriental entre los paralelos 35° y 37° de latitud sur.
- Sedimentos Fluviales y Glaciares (Q): Comprende los sedimentos aluviales cuaternarios de origen volcánico, fluvial y lacustre, siendo la mayor parte material no consolidado. Su mayor expresión se encuentra en el valle central, donde existen acumulaciones de material meteorizado, además de los aportes fluviales de la Cordillera de Los Andes y que fuertemente aparecen formando terrazas.
- Batolito Andino (Kgd): Corresponde a rocas graníticas de la era cretácica superior y terciaria inferior en general son de colores claros a gris medio, de grano fino a medio, distribuyéndose en el borde oriental de la Cordillera principal.
- Formación Abanico (Kq): Está constituida por un conjunto de volcanitas piroclásticas y lavas de carácter porfírico con intercalaciones de sedimentitas clásticas continentales. Las rocas que componen esta unidad se distribuyen en general en la vertiente occidental de la cordillera principal, afloran a lo largo de toda el área.
- Formación Cola de Zorro (Kgd): Corresponde a un conjunto de volcanitas de carácter andesítico-basáltico. Desde el punto de vista litológico su formación está compuesta por coladas de andesitas basálticas con piroxenos y piroclásticos de similar composición.

Figura n° 7: Unidades geológicas comuna San Fernando



Fuente: <http://sir.dellibertador.gob.cl/sir-ohiggins/moduloCartografico/composer/>

San Fernando

Las características geológicas del emplazamiento de la ciudad de San Fernando corresponden principalmente a abanicos mixtos de **Depósitos aluviales y fluvio-glaciales** con intercalación de depósitos volcanoclasticos.

En el sector norte y sur de la ciudad existen **Depósitos fluviales**: gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.

Puente Negro

La localidad de Puente Negro, se emplaza principalmente sobre **Depósitos Consolidados o Rocas**, Lahar del río Tinguiririca. Depósito macizo, formado por una mezcla de fragmentos rocosos, angulosos a subangulosos, incorporando frecuentes niveles cineríticos multicolores, moderadamente cementados, muy baja permeabilidad. Los depósitos tanto al norte como al sur de la localidad corresponden a **Depósitos No Consolidados o Sedimentos**, corresponde a depósitos fluviales en cauces actuales, compuesto principalmente por gravas y gravas arenosas.

Ternas del Flaco

La localidad de Ternas del Flaco se emplaza principalmente sobre **Depósitos Consolidados o Rocas**, correspondientes a la Formación Coya - Machali. Rocas volcánicas, especialmente andesíticas, riolíticas y basálticas, con frecuentes intercalaciones sedimentarias terrígenas (lutitas, limolitas, areniscas). Dentro de este sector existen conos aluviales y fluviales alimentados por cuencas cordilleranas con depósitos actuales.

3.6 CLIMA

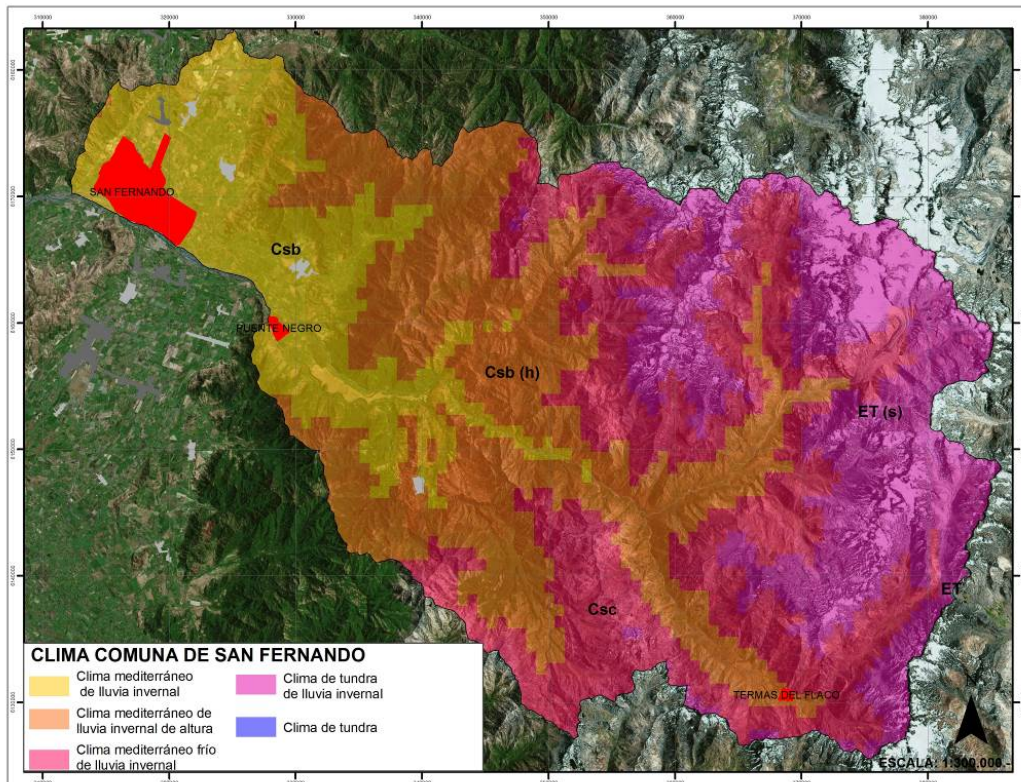
El clima del de la comuna de San Fernando y de su cuenca aportante, según la clasificación de Köeppen, corresponde a un clima de tipo templado cálido (Csb) con la presencia de lluvias invernales y con una estación seca prolongada de aproximadamente 8 meses. Esta constante se debe al dominio del anticiclón del pacífico en los meses de verano y por la frecuente invasión de masas de aire polar, durante los meses de invierno.

El verano se presenta con cielos despejados y vientos dominantes desde el suroeste. En tanto el invierno presenta condiciones variables derivado del paso de sistemas frontales que traen asociados vientos del noroeste.

Las precipitaciones medias anuales varían entre 650 y 850 mm en la zona central, aumentando con la altitud hacia la Cordillera de los Andes. Las lluvias se concentran principalmente entre los meses de mayo y agosto.

En relación con las temperaturas, las máximas medias de verano alcanzan a 29°C en el valle central, mientras que las temperaturas mínimas medias de invierno descienden a 2°C debido a la influencia del Frente Polar, provocando un aumento de las precipitaciones.

Figura n° 8: Clasificación climática de Köeppen, comuna de San Fernando



Fuente: Fuente: Sarricolea P., MJ. Herrera, O. Meseguer-Ruiz. (2017)

3.7 VEGETACIÓN

Los usos de suelo a escala comunal, presenta un total de 8 tipos de uso, los que corresponden a: Urbano e industrial, terrenos agrícolas, praderas matorrales, bosques, humedales, áreas desprovistas de vegetación, nieve y glaciares, y cuerpos de agua.

Los usos de urbanos e industriales, se localizan principalmente en el sector del valle central, cuenta con una superficie total de 1.632 hectáreas, correspondientes a ciudades, pueblos y áreas industriales.

Los terrenos agrícolas, se localizan principalmente en el sector del valle central, cuenta con una superficie total de 15.232 hectáreas, correspondientes a terrenos planos y semi ondulados con uso agrícola con riego y plantaciones.

Praderas y matorrales, se localizan principalmente en el sector de serranías pre cordilleranas, cuenta con una superficie total de 87.127 hectáreas, correspondientes a laderas de cerros con especies como: coirón, espinos, boldos, litres y peumos, entre otros matorrales esclerófilos

Los bosques, se localizan principalmente en el sector alto de las serranías precordilleranas, cuenta con una superficie total de 24.387 hectáreas, correspondientes a los tipos forestales de Roble Hualo, Esclerófilo y Ciprés de la Cordillera

Los humedales, se localizan en los sectores cordilleranos, sobre los 1400 msnm y corresponde a afloramientos de agua dulce con desarrollo de vegetación herbácea que es utilizada como forraje por los arrieros del valle, los humedales suman una superficie de 1.054 hectáreas

Áreas sin vegetación, se localizan principalmente en el sector del macizo cordillerano de los Andes, cuenta con una superficie total de 96.615 hectáreas, correspondientes a terrenos en altura, con pendientes y de formaciones rocosas.

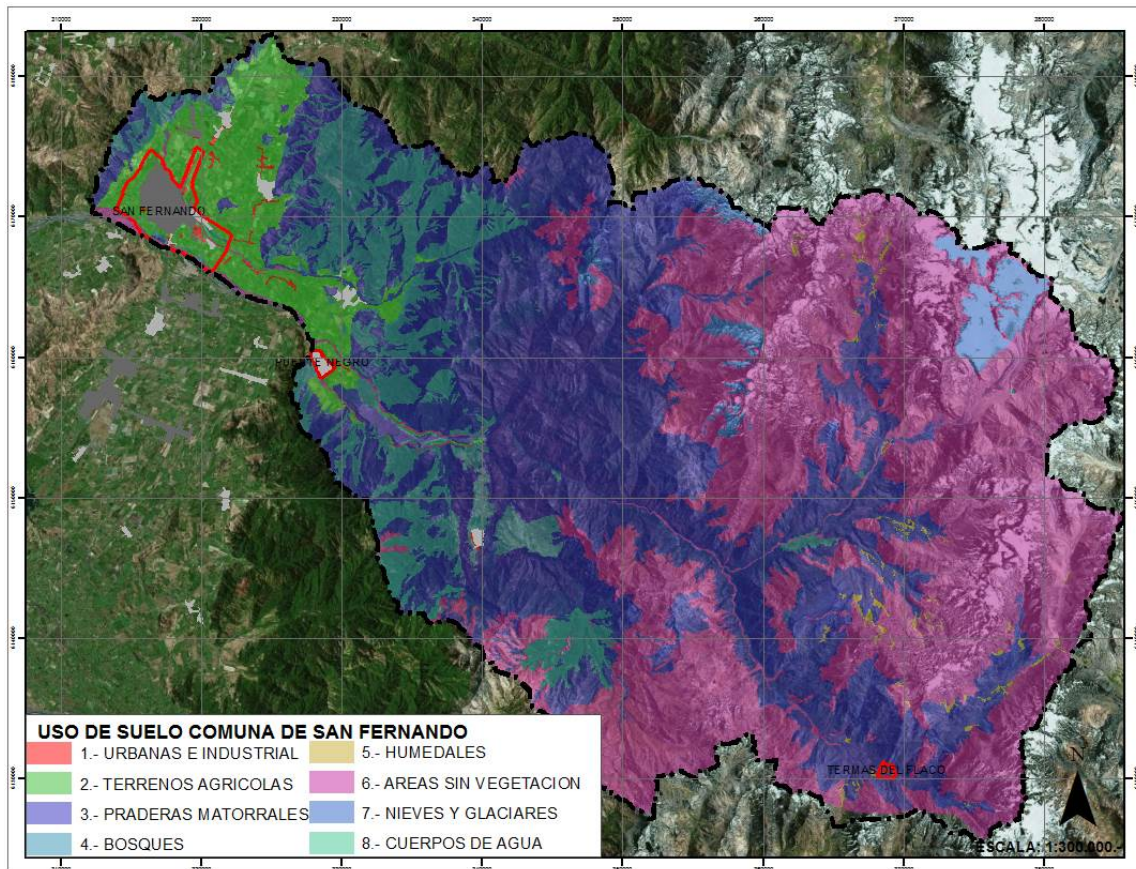
Nieves y glaciares, se localizan principalmente en el sector alto de la Cordillera de los Andes, cuenta con una superficie total de 5.080 hectáreas, correspondientes terrenos sobre los 2500 msnm y constituyen el reservorio de agua de la cuenta del río Tinguiririca.

Tabla 1: Superficies de uso de suelo, comuna de San Fernando

Nombre	Superficie
1.- Urbanas E Industrial	1632.8
2.- Terrenos Agrícolas	15231.8
3.- Praderas Matorrales	87126.7
4.- Bosques	24397.7
5.- Humedales	1054.4
6.- Áreas Sin Vegetación	96615.2
7.- Nieves Y Glaciares	5080.1
8.- Cuerpos De Agua	13.3
Total	231152.0

Fuente: Conaf, 2013

Figura n° 9: Vegetación asociada a usos de suelo comuna de San Fernando



Fuente: Conaf, 2013

3.8 HIDROLOGÍA

La hidrología de la Comuna de San Fernando se basa principalmente en el sistema de la cuenca del Río Tinguiririca, dentro de esta cuenca existe un sin número de subcuencas de distintos tamaños y complejidad en el escurrimiento.

El Río Tinguiririca nace en la Cordillera de los Andes de la unión de los ríos Las Damas y del Azufre. El río Tinguiririca desde su formación toma rumbo noroeste por 56 Km., hasta las proximidades de la ciudad de San Fernando, recibiendo en este tramo a la altura de la localidad de Puente Negro a los afluentes Clarillo y Claro, desemboca finalmente en el Río Rapel, tiene una longitud de 167 km., su cuenca alcanza a los 4.730 km²

Como principales afluentes cordilleranos recibe.

- Río El Azufre y Clarillo (por el nor-oriente)
- Río Claro (la altura de Puente Negro, sur-oriente)

En su curso medio, el río Tinguiririca continúa recibiendo aportes de otros afluentes menores más allá del ámbito andino, hasta confluir con el río Cachapoal y dar nacimiento al río Rapel a partir de lo que hoy es el lago de ese mismo nombre.

3.9 ACTIVIDAD MINERA

De acuerdo con el Atlas de faenas mineras actualizado (SERNAGEOMIN, 2012) no existe actualmente minera registrada en la comuna.

4. AMENAZAS CONSIDERADAS

A partir de los antecedentes expuestos, se resumen a continuación las amenazas de origen geológico e hidrometeorológico que pudiesen afectar a la comuna de San Fernando, y que se ajusten a lo exigido por la OGUC (2.1.17).

En aquellos casos en que la potencial amenaza no se haya manifestado en la comuna, no sea zonificable, o esté fuera de los alcances del estudio, se presenta una descripción a partir de los antecedentes. En aquellos casos en que la amenaza esté presente en la comuna, sea zonificable y que estén dentro del alcance del estudio, se presentan áreas de riesgo o zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de algún proceso.

Dentro de las potenciales amenazas de origen geológico e hidrometeorológicos que serán estudiados, se consideran fenómenos asociados a Procesos Endógenos (como el volcanismo, la sismicidad y fallas geológicas), además de fenómenos relacionados con Procesos Exógenos, tales como movimientos de material remociones en masa e inundaciones.

4.1 REMOCIONES EN MASA

4.1.1 DEFINICIÓN Y TIPO DE REMOCIONES EN MASA

Los procesos que involucran la movilización de materiales (suelo, rocas o ambos) por efectos de la gravedad se denominan genéricamente **remociones en masa** (Cruden, 1991). Constituyen un conjunto de amenazas que resultan ser frecuentes en la naturaleza y que en algunas ocasiones generan gran daño a la población. El término remoción en masa, por lo general se refiere a movimientos de laderas que ocurren pendiente abajo de un determinado volumen de material, en los cuales el factor gravedad está siempre presente, por lo que también se conocen como procesos gravitacionales. Para incorporar las remociones en masa en la planificación del territorio, es necesario diferenciarlas y caracterizarlas (tipo, velocidad del movimiento, material afectado). Esto permitiría orientar medidas correctivas adecuadas, o dimensionar su real impacto en la población.

La clasificación de los distintos fenómenos de remoción en masa se basa por un lado en el **tipo de movimiento** que presentan, y por otro lado, en la **naturaleza de los materiales** involucrados (Varnes, 1978 en Tabla 1). Los movimientos más frecuentes son de tipo deslizamientos (superficiales y profundos), desprendimientos, volcamientos, mecanismos tipo flujo y extensiones laterales. Mientras que la naturaleza de los materiales afectados puede ser muy variable entre rocas y suelo o combinación de ambos, incluyendo en ocasiones fragmentos material orgánico, troncos de árboles e incluso escombros y basura. Dentro de la características de cada tipo de remoción en masa, es importante considerar si presentan o no control de estructuras geológicas, el mecanismo de falla que predomina y las velocidades a las que ocurren. Existen remociones en masa extremadamente rápidas (5 m/s según la clasificación de Cruden y Varnes, 1996), como por ejemplo caídas de rocas, hasta movimientos extremadamente lentos (velocidad típica de 16 mm/año según la clasificación de Cruden y Varnes, 1996), como por ejemplo fenómenos de reptación.

Tabla n° 1: Clasificación de Remociones en Masa

Tipo de movimiento	Tipo de material	
Caída	Roca	Suelo
Toppling (volcamiento)		
Deslizamiento		Grano Grueso (detritos, <80% partículas <2mm)
Rotacional Traslacional		
Extensiones laterales		Grano fino (barro, >80% partículas <2mm)
Flujos		
Complejos		

Fuente: Varnes, 1978.

La velocidad de una remoción en masa junto al volumen del material movilizado, condicionan en gran medida la capacidad de control que existe sobre el proceso mediante obras de contención o medidas de mitigación.

Dentro de las remociones en masa más comunes en la zona central de Chile para sectores no montañosos, se reconocen desprendimientos de material (rocas, suelos o mezclas, incluyendo en algunos casos vegetación), deslizamientos (ya sea de roca o material disgregado) y los mecanismos de tipo flujo (barro y detritos). En los sectores montañosos y de la cordillera principal, se incluyen avalanchas de roca, lahares y flujos asociados a volcanismo.

Las caídas o desprendimientos de bloques de roca o masas de roca son eventos muy rápidos (González de Vallejo et al., 2002) en los cuales el material movilizado se separa del macizo rocoso que lo contiene, viéndose favorecidos por la existencia de planos de debilidad y por laderas con geometrías irregulares. El material desprendido podrá alcanzar el pie del talud mediante caída libre (tipo (a1) y (a3) de Figura 9), ruedo y rebote (tipo (a2) de Figura 9) o una combinación de ellas.

La trayectoria del material dependerá principalmente de la forma del bloque y del ángulo de pendiente del talud (Lara, 2007).

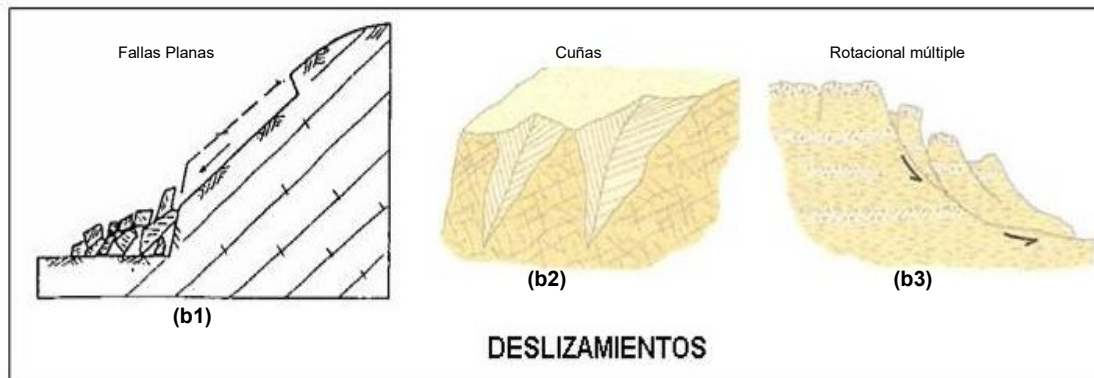
Figura n° 11: Remociones en Masa de tipo Caídas de Rocas



Fuente: Modificado de González de Vallejo et al. 2002

Los deslizamientos corresponden a movimientos de masas ladera abajo que ocurren a través de una o más superficies de cizalle predefinidas, ya sean discontinuidades del macizo rocoso o a partir de las condiciones de resistencia de los suelos que definirán su fallamiento. Los movimientos más comunes que presentan los deslizamientos, son de tipo traslacionales y rotacionales (Varnes, 1978). Los primeros, tienen lugar en superficies preexistentes más o menos planas (por ejemplo diaclasas, fallas o planos de estratificación), y donde la masa a deslizar supera la resistencia que le ocasiona la discontinuidad (González de Vallejo et al., 2002). Dentro de los mecanismos más comunes asociados a deslizamientos traslacionales de bloques rígidos (roca o suelo duro) se reconocen deslizamientos tipo cuña y falla plana (ver Figura 12 – casos b1 y b2). En el caso de los deslizamientos de tipo rotacionales (b3 de Figura 12), la superficie de rotura (que puede ser superficial, profunda, única o múltiples) queda definida por superficies curvas y cóncavas (González de Vallejo et al., 2002) y son frecuentes en materiales homogéneos y de baja calidad geotécnica (como arenas o suelos) o rellenos artificiales (botaderos de material estéril y lastre en minería, rípios de lixiviación).

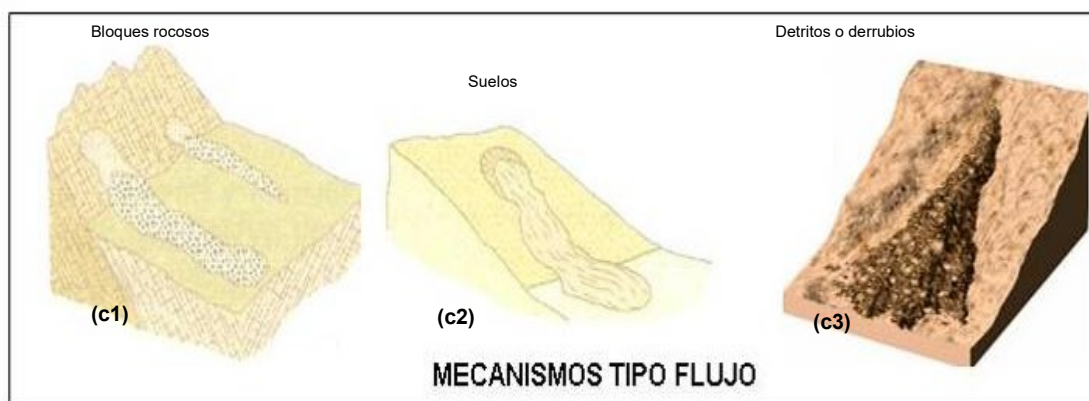
Figura n° 12: Remociones en Masa de tipo Deslizamientos



Otro tipo de mecanismo frecuente son los flujos (tipo c de Figura 13), y que corresponden a movimientos continuos, en que el material se comporta de manera similar a un líquido viscoso saturado en agua (Varnes, 1978). Existen distintas clasificaciones para los flujos, basadas en el tipo de material movilizado (barro, detritos o fragmentos rocosos) y en la proporción de líquido y sólido que presenten. Los eventos más comunes en Chile Central son los flujos de barro y detritos, y cuya ocurrencia dependerá por un lado de existencia de material disponible (generalmente disgregado) que pueda ser arrastrado ladera abajo, y la presencia de algún agente (comúnmente agua) que lo ponga en movimiento.

En general estos mecanismos son poco profundos en comparación con el área que pueden abarcar, y pueden tener lugar en laderas con pendientes incluso menores a 10° (González de Vallejo et al., 2002). Su transporte tiende en un principio a ser dominado por las altas pendientes y luego a canalizarse por cauces preexistentes, mediante el cual el fluido va perdiendo velocidad a medida que avanza por sobre la topografía, hasta que el ángulo de fricción interna del material es mayor o igual al de la pendiente (Selby, 1993).

Figura n° 13: Remociones en Masa de tipo Flujo



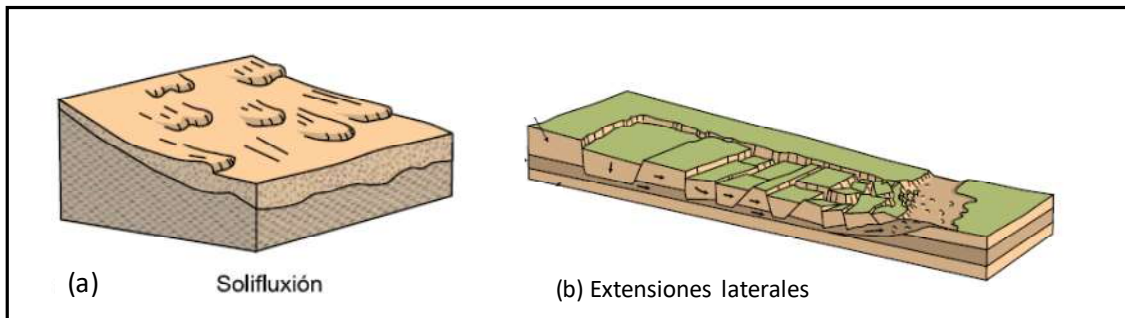
Fuente: Modificado de González de Vallejo et al. 2002

En la categoría de remociones en masa tipo flujo de baja velocidad, menor a 1,5 m/día, se identifican procesos de Solifluxión y reptación de suelo (Varnes, 1978), que afectan principalmente a materiales compuestos por menos de un 80% de arenas y más finos, y en los cuales el movimiento se inicia sin la existencia de una superficie de rotura previa (ver Figura 12 (a)). También se presenta un tipo de movimiento denominado “extensiones o propagaciones laterales” (o *lateral spreads*, ejemplificados en la Figura 12 (b)). La extensión lateral de una masa de suelo o roca, genera un deslizamiento traslacional sobre superficies asociadas por lo general a niveles de saturación cercanos a superficie, generándose un agrietamiento de la

superficie, y como consecuencia la subsidencia general de la masa de material fracturado. Las grietas permiten el ascenso de agua desde los sedimentos saturados (y por consecuencia, daños en la infraestructura que soportan). En estos últimos, la superficie de cizalle está poco definida y suele ser subparalela a superficie, lo que genera el agrietamiento.

Estos fenómenos son frecuentes en terrenos de bordes de ríos, lagos y deltas, donde se conjugan materiales limo-arcillosos y arenosos que constituyen buenos reservorios de agua genera. Además, pueden ser lentos o rápidos. En el último caso, asociados a la licuefacción de suelos producto de sismos.

Figura n° 14: Remociones en Masa de solifluxión y extensiones laterales



Fuente: Modificado de Varnes (1978)

Vale la pena señalar que pueden existir otras sub clasificaciones de remociones en masa que dependerán tanto del tipo de material afectado, tipo de movimiento, velocidad que alcanzan y geometría del depósito.

4.1.2 FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

Existen factores o características del medio que predisponen o favorecen la movilización de materiales. Estos se conocen como **Factores Condicionantes** y están relacionados con la naturaleza, estructura y composición del terreno. Por ejemplo pendientes y topografía abrupta de laderas, o tipo y calidad de los materiales, presencia o ausencia de vegetación, presencia de agua, entre otros (González de Vallejo et al., 2002). De la misma forma, existen factores que modifican la estabilidad preexistente del terreno, como construcciones, caminos, cortes, sismos y lluvias intensas, que desencadenan o gatillan la ocurrencia de un evento y son conocidos como **Factores Desencadenantes**.

Dentro de los factores condicionantes más comunes para distintos tipos de remociones en masa (Hauser, 1993; González de Vallejo et al., 2002; Lara, 2007; Muñoz, 2013), se consideran los siguientes:

- **Geología y geotecnia.** Las características geológicas de un sector, son usualmente descritas a partir de los tipos de materiales presentes (distintas litologías, sedimentos y coberturas de suelo), por la disposición que presentan (orientación, estratificación, contactos entre unidades, presencia de fallas o sistemas de diaclasas). Sin embargo, para estudiar las remociones en masa no sólo es importante conocer la composición y tipo de masa sensible a ser movilizadada, sino que también como se espera que se comporte en términos mecánicos y resistentes. Es importante considerar el grado de alteración y meteorización de los macizos rocosos, así como caracterizar su fábrica estructural (tipo, disposición y condición de las discontinuidades), y estimar u obtener valores de la resistencia de la roca intacta, del macizo y de sus discontinuidades. También es importante describir el comportamiento de los materiales ante la presencia de agua (porosidad, permeabilidad, humedad, densidad de los materiales que lo componen).
- **Geomorfología.** Las condiciones geomorfológicas de un área estarán gobernadas por los distintos procesos que modelan la superficie, y pueden ser descritas en términos de rangos de pendientes, topografía presente, a altura de las laderas y la forma que presentan (laderas regulares o irregulares,

con pendiente positiva o negativa). De esta forma, topografías escarpadas, con altas pendientes, propiciarán la generación de varios tipos de remociones en masa (como flujos, deslizamientos y caídas), favorecidas por la acción gravitatoria. Los rangos críticos de pendientes para cada tipo de remoción en masa son variables. Hauser (1993) señala que pendientes mayores a 25° en las cabeceras de las hoyas hidrográficas serían favorables para el desarrollo de flujos o aluviones, mientras que Sauret (1987) en Sepúlveda (1998) señala que aluviones podrían generarse en pendientes menores (que no sobrepasen los 15°). Laderas en roca con pendientes mayores a 35° serían susceptibles a que se generen deslizamientos, y en un caso sísmico, ésta pendiente podría ser sólo mayor que 15° (Keefer, 1984). En el caso de caídas de rocas, podrían generarse ante un sismo a partir de un macizo rocoso fracturado, meteorizado, y poco resistentes, en zonas donde los taludes son mayores o iguales a 40° (Keefer, 1984). En algunos tipos de remoción en masa, donde es relevante el espesor de suelo y cobertura vegetal, se consideran además aspectos geográficos del área, como por ejemplo orientación con respecto al norte lo que puede finalmente influir por ejemplo en el grado de humedad de la ladera y exposición al sol.

- **Clima y vegetación.** Las condiciones climáticas y cubierta vegetal influyen directamente en el comportamiento del terreno. Una ladera expuesta a precipitaciones, viento, cambios de temperatura y radiación solar, tendrá mayores niveles de desintegración y como consecuencia presencia de materiales disgregados en superficie que pueden moverse ladera abajo. En climas húmedos, las laderas generarán mayores espesores de suelo y horizontes orgánicos cubriendo la superficie. Esto por un lado reduce la disponibilidad de materiales, o actúa reteniendo el material que se moviliza. Sin embargo, genera coberturas de baja calidad geotécnica. Para evaluar cómo el clima y la vegetación condicionan la ocurrencia de remociones en masa, se hace necesario además conocer las características particulares del área a evaluar y los fenómenos asociados.
- **Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas.** El agua, tanto en superficie como por debajo de ella, condiciona en forma directa e indirecta la generación de remociones. La forma y distribución de sistemas de drenaje en superficie, así características de caudales, escorrentías, infiltración y posición del nivel freático, además de propiedades de permeabilidad y porosidad de las unidades, influyen en la incorporación de agua en suelos y macizos rocosos (Lara, 2007). El agua juega un papel negativo en la resistencia de los materiales, ya que por un lado, genera presiones intersticiales lo que reduce la resistencia, aumenta los esfuerzos de corte por el incremento del peso del terreno y genera fuerzas desestabilizadoras en grietas y discontinuidades (González de Vallejo et al., 2002) y reduce la resistencia al corte de discontinuidades al lavar los rellenos de estas.
- **Intervención antrópica.** El hombre genera de forma planificada o no, modificaciones en el medio. La generación de obras constructivas, cortes, terraplenes, plataformas, obras de minería, etc., en muchas ocasiones deja las laderas más susceptibles a la ocurrencia de eventos producto de diseños mal concebidos, con ángulos mayores a los que es capaz de resistir en forma natural los materiales, o que no consideran el control estructural que tendrá un talud de forma natural. En algunas ocasiones, el resultado son geometrías de laderas irregulares o con pendientes negativas que finalmente causarán desestabilización. Sin embargo, también existen obras antrópicas robustas, que disminuirán la susceptibilidad ante remociones en masa, y esa consideración será incluida y abordada en el presente trabajo. Cabe señalar, que al igual que las precipitaciones, la intervención antrópica en algunos casos resulta el agente desencadenante de un evento.

A diferencia de los factores condicionantes, los **factores desencadenantes** corresponden a agentes activos y pueden ser considerados como factores externos que provocan o gatillan inestabilidades (González de Vallejo et al., 2002). En la mayoría de los casos, son varias causas las que finalmente contribuyen al movimiento de una ladera, aunque con frecuencia se atribuyen a sismos o precipitaciones intensas, sin embargo, deben existir las condiciones predeterminadas para su ocurrencia.

Dentro de los factores desencadenantes, los más comunes se citan:

- **Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas.** Las precipitaciones y aportes de agua cambia las condiciones hidrológicas en los terrenos produciendo: variación en las presiones intersticiales, en el peso

del terreno, cambios en los niveles de saturación, pérdida de resistencia de los materiales, además de un aumento en la erosión de las laderas o en algunos casos, socavamiento de terrenos. Según González de Vallejo et al. (2002), el desencadenamiento de remociones en masa por causas meteorológicas y climáticas está relacionado fundamentalmente con el volumen, intensidad y distribución de las precipitaciones, lo que implica considerar la respuesta del terreno ante lluvias intensas durante horas o días, su respuesta estacional y en ciclos de sequía. Las precipitaciones cortas e intensas serían más proclives a generar eventos superficiales, mientras que remociones más profundas serían provocadas por eventos distribuidos en largo periodo de tiempo (Aleotti, 2004 y Kim et al., 2004, en Lara, 2007).

En este sentido, la cantidad de lluvias necesarias para que se desencadenen remociones en masa, dependerá del tipo y condición de los terrenos y su ubicación geográfica. En general, distintas zonas necesitarán lluvias de intensidad y/o duración distinta para que se generen remociones, existiendo así un umbral de precipitaciones característico de cada lugar (Lara, 2007). Para determinar los umbrales característicos de cada zona, se quiere contar con bases de datos idealmente continuas de precipitaciones o con alta frecuencia que permitan la realización de análisis estadísticos para la zona de estudio (situación que no siempre ocurre) e incluir dentro del análisis la ocurrencia de fenómenos climáticos como por ejemplo el fenómeno de El Niño en el cual existe una tendencia al exceso de precipitaciones (inviernos con mayor días con lluvia y con precipitaciones de intensidades mayores) y de los niveles de caudales líquidos de escorrentía (García, 2000 en Lara, 2007).

Existen numerosos estudios, antecedentes históricos e información de prensa que dan cuenta de eventos de tipo flujo en la zona precordillerana y cordillerana de la zona Central de Chile. Hauser (1985) plantea una evidente relación entre la generación de aluviones en la zona central con precipitaciones anormalmente intensas (más de 60 mm/24 horas en períodos invernales). Precipitaciones de intensidad media en periodos prolongados de tiempo pueden ser consideradas como factores desencadenantes de flujos (Padilla, 2006). Eventos de precipitaciones anormales llevan consigo también, un aumento de la escorrentía superficial que incrementa la erosión del suelo suelto, elemento importante en la generación de flujos. Es importante señalar la ocurrencia de flujos en áreas urbanas donde el material movilizado se satura en agua por causas humanas (ruptura de cañerías, entre otros).

- **Sismos.** Los terremotos pueden provocar movimientos de todo tipo en las laderas, dependiendo de sus características y de parámetros sísmicos, como magnitud y distancia a la fuente (González de Vallejo et al., 2002). Las aceleraciones sísmicas generan un cambio temporal en el régimen de esfuerzos al que está sometido la ladera, tanto normales como de corte, pudiendo producir su inestabilidad (Lara 2007). Según González de Vallejo et al. (2002), los desprendimientos de bloques, deslizamientos, flujos y avalanchas de roca son las remociones en masa más frecuentes producto de un fenómeno sísmico, mientras Keefer (1984) señala que corresponderían a caídas de rocas, deslizamientos desagregados de suelos en laderas con pendientes mayores a 15° y deslizamientos de roca en laderas con pendientes mayores a 40°, y en forma secundaria, derrumbes en suelo, deslizamientos en bloques de suelo y avalanchas de tierra, estableciendo magnitudes mínimas aproximadas para la generación de cierto tipo de fenómenos de remociones en masa, en base a observaciones de eventos generados. Por ejemplo, para sismos con magnitud menor o igual a 5,3 se establece en 50 kilómetros la máxima distancia desde el foco y zonas con ocurrencia de caídas de rocas y deslizamientos disgregados (Keefer, 1984). De la misma forma, se establece en 10 kilómetros la máxima distancia entre el foco de un sismo con magnitud cercana a 5,5 y zonas con flujos de detritos y deslizamientos masivos. Cabe señalar que estas condiciones no contemplan amplificaciones locales o efectos de sitio que pudiese desencadenar remociones en masa.
- **Intervención antrópica.** El hombre, como ente modificador del medio, genera una serie de cambios que en algunos casos son el principal desencadenante de remociones en masa. Los cambios en las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas producto de la impermeabilización artificial de los suelos o el desvío de cauces sin las correctas medidas paliativas, pueden generar cambios en las propiedades de los materiales y variaciones en el nivel freático. Por otro lado, la obstrucción de cauces con basura y escombros puede aumentar el material a movilizar durante un aluvión, o bien, la mala mantención de

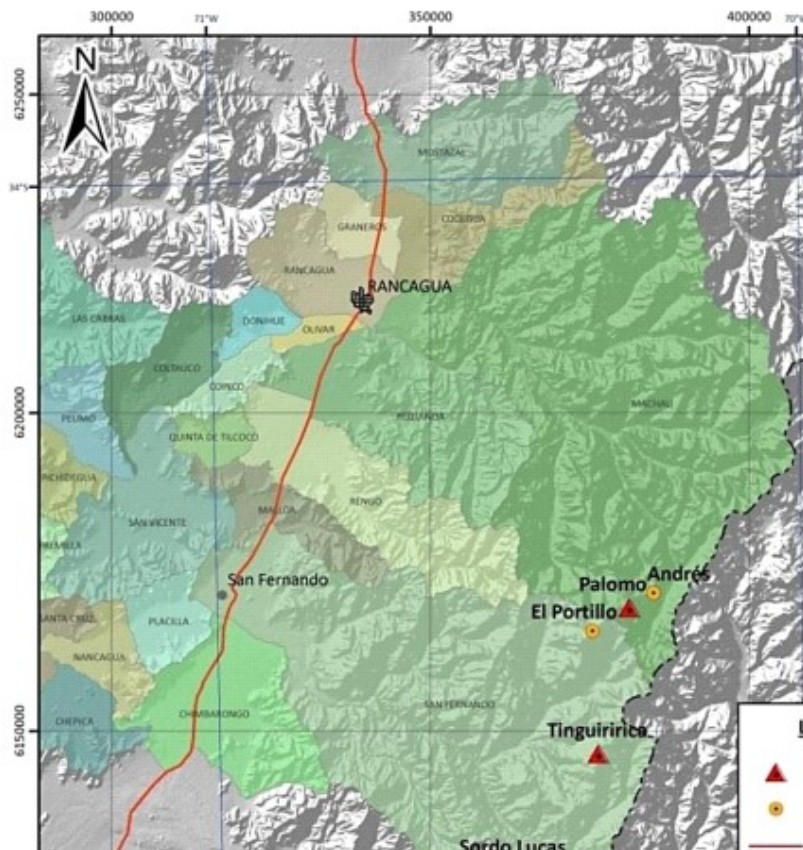
redes de alcantarillado y agua potable, pueden desencadenar aluviones (por ejemplo el aluvión en el Cerro el Litre (Valparaíso) el año 2009). La generación de obras constructivas, cortes, terraplenes, plataformas, entre otros, sin un análisis geotécnico adecuado, puede ocasionar desestabilización, así como el poco mantenimiento de sistemas de contención, o bien la limpieza de laderas sin la guía de un especialista.

4.2 VOLCANISMO

Los peligros asociados a la actividad volcánica abarcan una serie de eventos y procesos que son fuente de amenaza para la población. Por un lado, durante el proceso eruptivo es frecuente la emisión de cenizas volcánicas, flujos de lava, y en ocasiones eventos más devastadores, como flujos piroclásticos o colapso de domos. Por otro lado, un proceso eruptivo suele ir acompañado de eventos secundarios y efectos colaterales que también afectan a la población, como contaminación del agua y el medio ambiente, lahares, incendios, inundaciones, entre otros.

De acuerdo a la información geológica, en la región se encuentran los complejos y centros volcánicos Andrés, Palomo, El Portillo y Tinguiririca (PROT. 2012), de los cuales se consideran activos el Volcán Palomo y el complejo Volcánico Tinguiririca. La Figura 16 muestra la ubicación referencial de los volcanes en la comuna, destacándose la comuna de San Fernando.

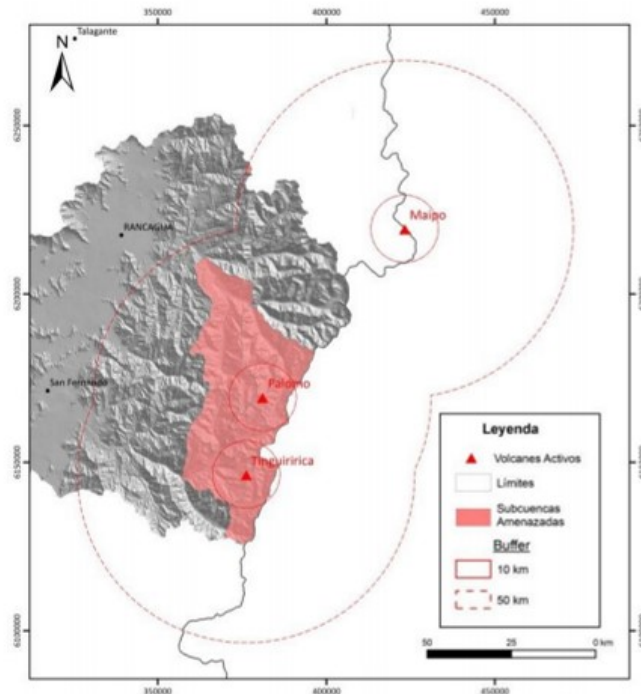
Figura n° 15: Ubicación de volcanes RM y VI región



En el estudio, se evalúan los distintos productos de un evento eruptivo, así como los eventos asociados, definiéndose en cada caso límites y zonas con niveles de peligro. A partir del estudio de peligros volcánicos desarrollado para el PROT (2012), la comuna de San Fernando no se encuentra dentro de las áreas que

pueden ser afectadas por volcanismo y sus procesos. El estudio considera en el estudio de eventos asociados al proceso eruptivo en sí en zonas proximales a los volcanes, y la evaluación de posibles eventos de tipo lahares en las zonas más distales, con un buffer de 50 kilómetros (Figura 17). En ambos casos, la comuna se encuentra fuera de las áreas de peligro por volcanismo.

Figura n° 16: Zonas y áreas definidas con peligro volcánico (se destaca área sensible a procesos Laháricos)



Fuente: PROT (2012)

4.3 SISMOS

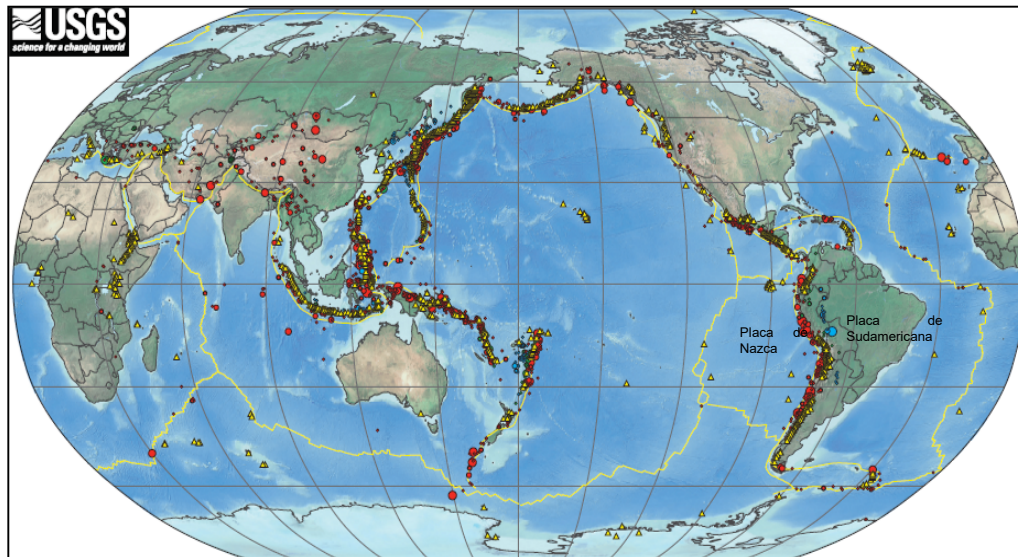
Si bien la OGUC (en su apartado 2.1.17) no menciona los sismos dentro de las amenazas que generen zonas de construcción condicionada, es sabido que Chile es uno de los países más sísmicos del mundo, y que estos fenómenos son considerados dentro de la planificación territorial a través de estudios específicos de Microzonificación Sísmica y en las Normas Chilenas de Construcción.

Como los sismos son clasificados como una amenaza de origen geológico, se presenta a continuación una breve introducción teórica respecto a los sismos y los antecedentes del área de estudio, no estando en los alcances del presente estudio evaluar el peligro sísmico de la comuna, y se considera No zonificable.

4.3.1 SISMOS Y FUENTES SISMOGÉNICAS

El movimiento de placas tectónicas es la responsable de la gran mayoría de sismos en el planeta (Leyton et al., 2010), y corresponden a una ruptura violenta generada por la acumulación y posterior liberación de energía acumulada por el movimiento de placas tectónicas, superando la resistencia de las rocas. Como se muestra en la Figura 15, se puede destacar la relación que existe entre algunos límites de placas tectónicas y la sismicidad histórica en la tierra (entre 1900 y 2010. Fuente USGS). Particularmente de la figura se puede observar que el borde occidental de Sudamérica se caracteriza por una banda de sismicidad activa angosta, entre 100 y 150 kilómetros.

Figura n° 17: Sismicidad histórica entre 1900 y 2010



Fuente: National Earthquake Information Center – NEIC from USGS

La subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana ocurre según un plano inclinado hacia el este con inclinación que varía entre los 15° y 30° respecto a la horizontal con un fuerte grado de acoplamiento (Madariaga, 1998) denominado zona o plano de Wadati - Benioff. La velocidad relativa de subducción entre ambas placas está entre 6 a 7 cm/año¹ (según Khazaradze y Klotz, 2003) lo que es una alta velocidad de convergencia y permite una rápida acumulación de esfuerzos consecuencia del contacto dinámico de estas placas dando lugar a la alta sismicidad que caracteriza a Chile y Perú (Ruiz y Saragoni, 2005). El empuje de la placa de Nazca en dirección al Este se vería favorecida por su composición y edad (placa oceánica, de 35 millones de años en la zona central), siendo comparativamente más densa que la placa continental, por lo que tendería a introducirse por debajo la corteza continental menos densa de la placa Sudamericana.

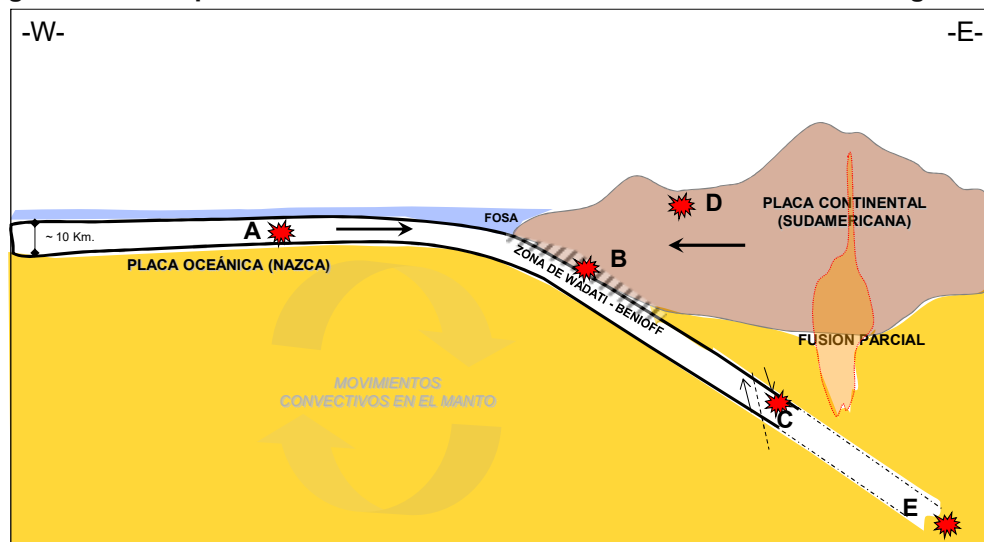
Por otra parte, el ángulo de subducción de la placa de Nazca no sería único en el margen Pacífico de Chile. Barazangi e Isacks, 1976 (en Madariaga, 1998) demostraron que la zona de subducción de Nazca se divide en cinco segmentos de norte a sur, de longitud variable, y que poseerían ángulos de subducción muy diferentes. Entre los 15° y 27° de lat. Sur, el ángulo de subducción oscilaría entre los 25° y 30° de inclinación (Norte Grande de Chile), mientras que los 27° y 33° lat. Sur, la Placa de Nazca descendería con un ángulo de 12° a 18° aproximadamente. En la zona de los valles transversales, entre los 26° y 33° lat. Sur, la placa de Nazca parece pegarse bajo el continente sudamericano y descendería bajo la Cordillera de los Andes y Argentina con un ángulo de solo unos 10°. Finalmente, en la región del Valle Central, a partir de 33° lat. Sur, el ángulo nuevamente estaría cercano a los 30° de inclinación.

Perfiles transversales al margen de Chile (disponibles en el Centro Sismológico Nacional, www.sismologia.cl), permiten observar que la sismicidad se concentra principalmente entre los 5 y 200 kilómetros de profundidad (en la zona de Wadati - Benioff), lo que además permite deducir el ángulo de subducción en las distintas zonas. La liberación de tensiones y deformaciones a lo largo del plano de Benioff, generan lo que se conocen como **sismos interplaca** (Madariaga, 1998) o sismos en la zona de Wadati - Benioff (tipo B de Figura 16), y serían los más comunes en Chile. El mecanismo de generación de este tipo de sismos, estaría asociado a las rugosidades que existen en ambos materiales generan zonas "trabadas o enganchadas", las cuales se ven superadas por las resistencias de los materiales a deformaciones liberando energía (destrabándose). Este tipo de sismos se reconocen desde la fosa hasta

¹ Velocidad variable según distintos autores. 6.6 cm/año (Kendrick et al., 2003); 8.4 cm/año (DeMets et al., 1990); 8 cm/año (DeMets et al., 1994).

unos 50 a 60 kilómetros de profundidad (Tichelaar y Ruff, 1993, en Leyton et al., 2010; Belmonte-Pool, 1997).

Figura n° 18: Esquema de subducción de Chile mostrando fuentes sismogénicas



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la sismicidad en el margen de Chile no sólo existe en el contacto entre ambas placas tectónicas. Debido a los esfuerzos a que están sometidas las placas de Nazca y Sudamericana producto del movimiento convergente, también existen sismos en el interior mismo de las placas conocidos como **sismos intraplaca** (tipo A, C, D y E de Figura 18).

Los mecanismos de liberación de energía en los distintos tipos de sismos son complejos. En el caso de los sismos tipo A (sismos intraplaca oceánica), los materiales de la placa de Nazca (más jóvenes) se flexionan y doblan previamente al proceso de subducción, lo que genera campos extensionales (de estiramiento) los cuales reaccionan producto del choque de las placas, generando reacciones de liberación de energía de tipo “carga – descarga”. Esta fuente sismogénica también es conocida como “outer rise” pues ocurren a distancias mayores a 150 kilómetros de la costa (Leyton et al., 2010).

En el caso de los **sismos intraplaca** tipo C (también denominados sismos de profundidades intermedias) el mecanismo tiende a ser de tipo fracturamiento (en general tensional y en algunos casos compresional) debido a la flexión de la placa subductante. En otras palabras, se dobla y quiebra por su propio peso (ver Figura 16). Esta actividad sísmica se ha observado desde los 50 kilómetros hasta los 200 kilómetros de profundidad (Leyton et al., 2010), existiendo también registros de sismos intraplaca profundos (tipo E) en la zona norte del Chile (alrededor de los 22° Lat. Sur), entre 500 y 600 km de profundidad bajo la Argentina (Madariaga, 1998).

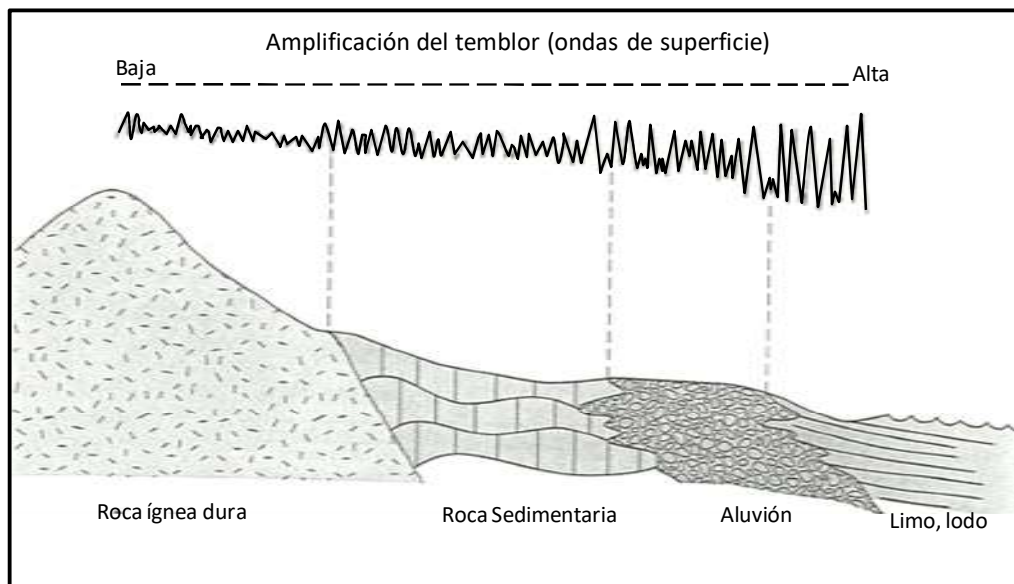
La sismicidad en la parte superior de la placa Sudamericana a baja profundidad (menos de 30 kilómetros) se conoce como **sismos corticales** (tipo D de Figura 18). Estos sismos serían producto del esfuerzo inducido por la subducción, que a la vez contribuye a la generación de relieve (es decir, la placa continental, más antigua se deforma producto de las presiones que ejerce la placa oceánica). Esta acumulación de energía se libera en general asociada a fallas superficiales que pueden tener movimientos normales, inversos y de rumbo, que responden a campos de esfuerzos compresivos o extensivos.

Para el estudio de los sismos como un tipo de peligro de origen geológico, es necesario considerar por un lado aspectos relacionados con el fenómeno propiamente tal así como sus efectos secundarios. Dentro de los parámetros propios del sismo, se considera su *magnitud* (relacionada con el tamaño del sismo), el *largo de la zona de ruptura* (entendida como el área que abarca la zona en que la placa se rompe), el *período de*

retorno (años que transcurren entre dos eventos de similares características en un área determinada), *aceleraciones máximas* alcanzadas y la *intensidad* de un sismo, que corresponde a una escala cualitativa que describe la percepción subjetiva de las personas ante un sismo en un lugar específico y dependerá de los tipos de suelos y daños registrados. Se sabe que la naturaleza de los materiales locales y la estructura geológica influyen en gran medida en el movimiento del suelo durante un sismo (Keller et al., 2004). Se ha observado que las condiciones locales, como tipo de suelos, topografía, profundidad del nivel freático, entre otras, pueden suponer respuestas sísmicas diferentes dentro de un entorno geográfico considerado (González de Vallejo et al., 2002) y se denomina “efecto de sitio” o “efectos locales”. De esta forma, para un mismo terremoto y dependiendo del tipo de terreno donde se encuentra ubicado el observador, las ondas sísmicas pueden amplificarse durante el desarrollo del terremoto generándose más daño en algunos sectores que en otros.

En términos geológicos es posible hacer una diferenciación general de los suelos de fundación basada en su nivel de compactación y nivel de consolidación (Keller et al., 2004), pudiendo hacerse una relación general con algunos materiales geológicos (Figura 19). Hay que destacar que un estudio de peligro sísmico incluye muchas aristas que no están dentro del alcance del presente estudio, sin embargo, se presentan estudios anteriores a escala regional.

Figura n° 19: Relación general entre el material del sustrato y la amplificación de la vibración durante un terremoto



Fuente: Modificada de Keller and Blodgett, 2004.

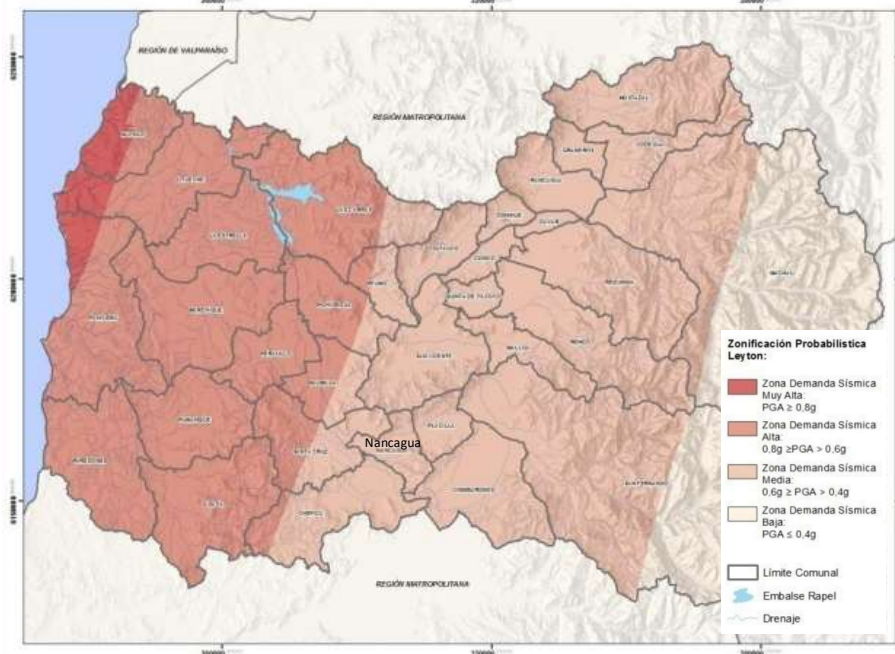
4.3.2 ANTECEDENTES SÍSMICOS EN LA REGIÓN

Existen numerosos ejemplos de sismos que han provocado significativos daños socioeconómicos en la región central de Chile (PROT, 2012). El 3 de marzo de 1985 un sismo de $M_w=8.0$ con hipocentro a 17 km de profundidad, y epicentro cercano a Laguna Verde en la Región de Valparaíso, dejó 177 víctimas fatales y más de mil millones de dólares en pérdidas (El Mercurio 2010). El sismo de mayor magnitud registrado en las últimas tres décadas en Chile central ocurrió en febrero de 2010 cerca de Cobquecura, en la Región del Maule. Este evento tuvo su epicentro en el mar y registró una magnitud $M_w=8.8$, registrándose cuantiosos daños a consecuencia directa de este terremoto y el posterior tsunami.

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins ha sido afectada tanto por sismos con epicentros lejanos como por sismos con epicentros en su territorio. El sismo de mayor magnitud en ésta región ocurrió cerca del Embalse Rapel, en marzo de 1985, y tuvo una magnitud $M_s=7.5$. Numerosos sismos

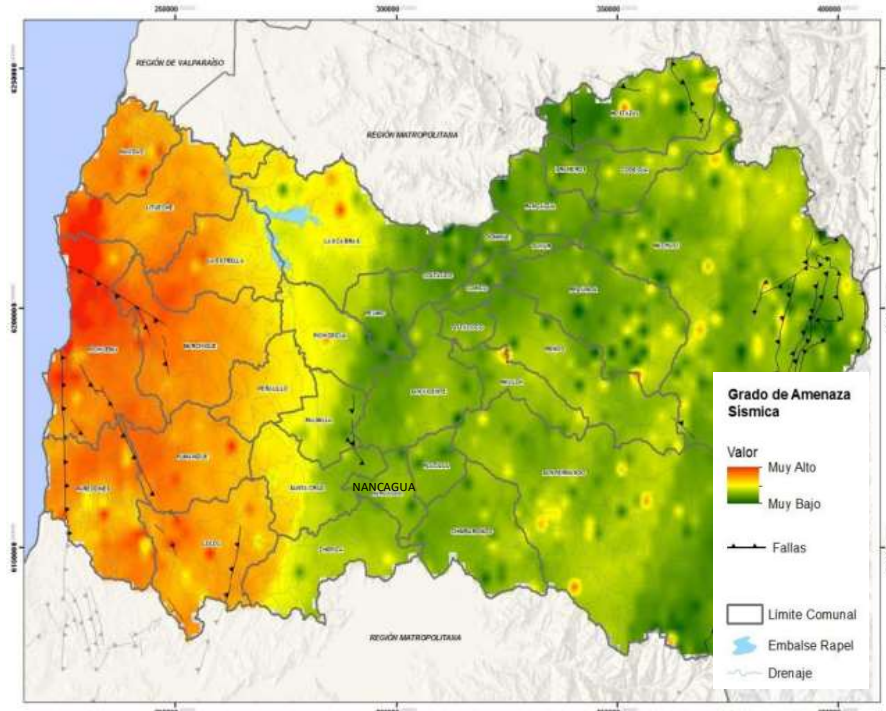
mayores a 5 grados Richter se registraron el año 2010, probablemente asociados al gran terremoto ocurrido en febrero de ese año en la costa de la Región del Maule. En base a los registros sísmicos desde la década de los setenta, en el contexto del PROT se analiza la amenaza sísmica en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, donde realiza un análisis probabilístico (Leyton et al. 2010) que permite definir y caracterizar las fuentes sismogénicas relevantes para el área de estudio y zonificar el territorio a partir la demanda sísmica (ver Figura 21).

Figura n° 20: Imagen de Mapa de Peligro Sísmico Probabilístico.



La zonificación sísmica de un territorio por lo general se presenta en valores de PGA (Peak Ground Acceleration o aceleración horizontal máxima), la cual a su vez se expresa en un porcentaje de la aceleración de gravedad (% g). Existen muchos estudios en los cuales se ha determinado la peligrosidad sísmica para Chile. Como ejemplo, la Norma Chilena NCh433 de 1996 presenta una zonificación desarrollada a partir de un análisis histórico-determinístico, se definen tres zonas sísmicas presentes en el país, definidas de acuerdo a la cercanía con región de subducción, con valores de aceleración máxima efectiva del suelo de 0.2g para la zona cordillerana, 0.3g para la zona central, y 0.4g para la zona 3 costera. La modificación a la NCh 422 posterior al sismo del 2010 (D.S. 61), señala un ajuste a las zonas por condición de suelos. De acuerdo con los resultados del PROT (2012) la comuna de San Fernando se encuentra en la franja longitudinal que tiene Demanda Sísmica Media, valorizada entre 0.6g \geq PGA $>$ 0.4g (Figura 21).

La Figura 21 muestra el Mapa de amenaza sísmica para la VI región (PROT, 2012), resultado del estudio de peligro sísmico realizado.

Figura n° 21: Imagen del Mapa de Amenaza Sísmica.

Como es posible observar, la comuna de San Fernando se encuentra en una zona de bajo grado de amenaza sísmica. Sin embargo, no se debe confundir lo anterior con la respuesta particular de los terrenos ante un sismo. En este tema, y utilizando conceptualmente el modelo conceptual propuesto por Keller et al. (2004) y las unidades geológicas presentes en la comuna, es esperable un mayor grado de amplificación sísmica en los depósitos cuaternarios (depósitos fluviales y aluviales saturados, depósitos de remociones en masa y abanicos), donde preferentemente se ubican las zonas pobladas..

4.4 FALLAS GEOLÓGICAS

Según lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su apartado 2.1.17 se deben incluir zonas con peligro de ser afectadas por “fallas geológicas”, no especificándose de qué forma deben ser consideradas. Dentro de los efectos que pueden generar los sismos, está la rotura de la superficie del terreno por desplazamientos de fallas activas (González de Vallejo et al., 2002) o deformaciones superficiales inducidas por fallas inactivas que generarán un comportamiento distinto en la zona por la cual atraviesan (Galdames y Saragoni, 2002).

La presencia de fallas geológicas a lo largo del territorio nacional es frecuente, por lo tanto algunas zonas urbanas se encuentran emplazadas sobre o en el entorno a estas estructuras. La presencia de una falla geológica permite suponer una serie de posibles consecuencias, como por ejemplo un cambio en las unidades geológicas, presencia de zonas de cizalle o macizos rocosos con menor calidad geotécnica, en algunos casos posible actividad sísmica asociada a fallas activas, o reactivación de fallas producto de grandes sismos (Farías et al., 2011).

Los límites para definir si una falla es activa pueden ser variables, por ejemplo en función de las condiciones tectónicas, o a partir de las leyes específicas de cada país, o en función de la vida útil y niveles de seguridad de un proyecto específico. En términos geológicos una falla activa es aquella falla que ha presentado movimiento durante el régimen tectónico actual (Sabaj, 2008), mientras que en ingeniería geológica, una falla activa es la que ha presentado movimiento en los últimos 10.000 años (Holoceno). Según Kerr et al. (2003), una falla activa es aquella que ha presentado movimiento repetidamente en el pasado y su historia indica que podría presentarlo nuevamente. En Chile existe escasa información de la génesis y actividad sísmica de cortical (Barrientos et al., 2004) o asociada a

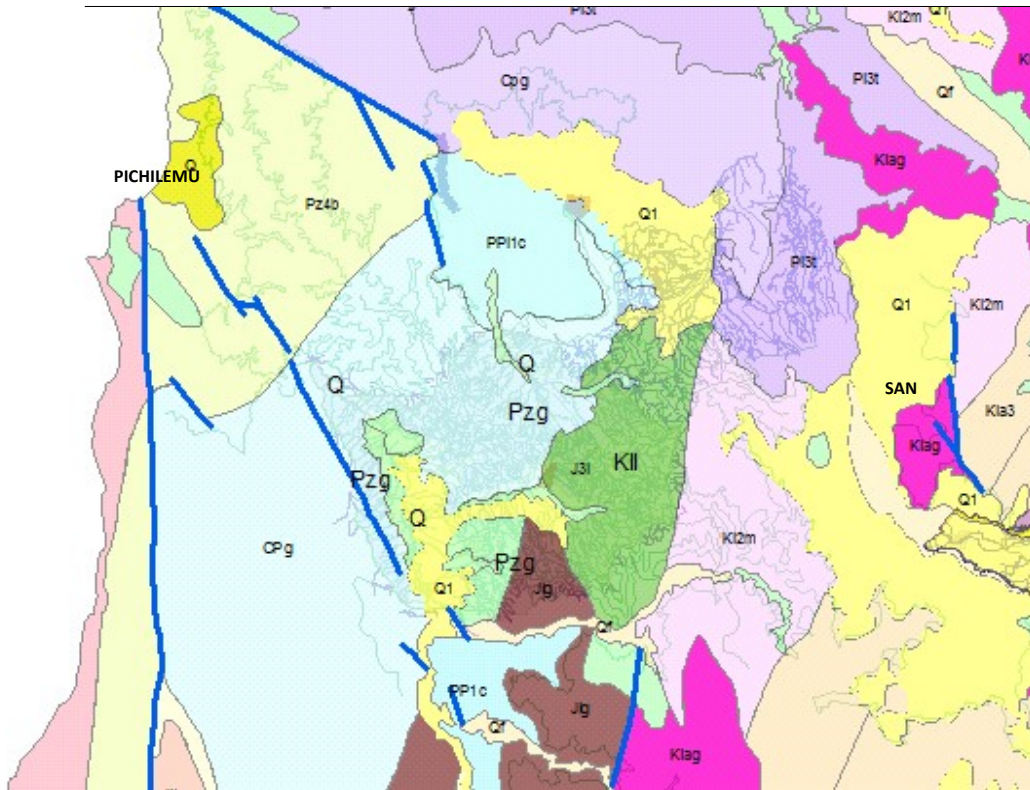
fallas, existiendo algunos casos emblemáticos como el sismo de Aysén del año 2007, con una Magnitud Mw 6,2 (Sepúlveda y Serey, 2009). No obstante la carencia de información acerca de sismos superficiales en Chile, existen zonas de reconocida actividad sísmica de tipo superficial como la zona cordillerana de Chile Central y el Altiplano (Barrientos y Kausel, 1993).

Una interrogante que aparece después de cada sismo importante, es si existe movimiento de fallas inactivas durante grandes terremotos (como ejemplo sismo de Antofagasta de 1995 (Delouis et al., 1997) o con la falla Marga-Marga (Galdames y Saragoni, 2002; Muñoz et al., 2010), o con el sismo Mw 8.8 del 27 de Febrero de 2010, donde se reconocieron desplazamientos co-sísmicos y deformación en superficie (Arriagada et al., 2011), así como reactivación de fallas geológicas al interior del continente manifestada de manera sísmica (con el terremoto de Pichilemu del 11 de marzo de 2010, Farías et al., 2011).

A partir de lo descrito anteriormente, independiente de si una falla se considera activa o inactiva, en su evaluación se debiesen incluir todos sus posibles efectos (especialmente en áreas urbanas) y de esta forma dar cumplimiento con la ley vigente en Chile que exige la consideración de áreas de riesgo por presencia de fallas geológicas (en el artículo 2.1.17 de la O.G.U.C.). Dentro de los posibles efectos, se deberían considerar desplazamientos y deformación durante un sismo, ya sea mediante la rotura de la superficie del terreno por desplazamientos de fallas activas (González de Vallejo et al., 2002) o mediante deformaciones inducidas por fallas inactivas que generarán un comportamiento distinto en la zona por la cual atraviesan (Galdames y Saragoni, 2002). Muñoz (2013) propone una metodología que permita determinar la susceptibilidad de respuesta sísmica de zonas aledañas a fallas mayores en áreas urbanas, entendida como zonas sensibles a presentar posibles deformaciones superficiales, rupturas superficiales o una mayor intensidad ante sismos. La metodología considera la ponderación de antecedentes (físicos, geológicos, daños históricos, estudios anteriores, entre otros) que orientarían la necesidad de estudios más profundos. Lo anterior no debe confundirse con el estudio de la peligrosidad sísmica que puede presentar una falla activa (asociada a sismicidad cortical), y que se estudia siguiendo las etapas típicas de un estudio de peligro sísmico (evaluando la sismicidad histórica, determinando la productividad sísmica de la falla, y estimando magnitudes máximas).

A escala regional (Mapa geológico de Chile escala 1:1.000.000) indica la presencia de fallas en la cordillera de la Costa con rumbo NS y NW (atravesando el basamento metamórfico Paleozoico) y algunas fallas afectando la secuencia de rocas Jurásicas y Cretácicas de la zona Central (rumbo NS y NNE). En el caso de la comuna de San Fernando, la información geológica local y regional muestra un lineamiento NW a NS al norte de la comuna, no siendo reconocida en las zonas de análisis (Figura 20).

Figura n° 22: Modificado del Mapa geológico de Chile (escala 1: 1.100.000) mostrando fallas



Fuente: Modificado de Mapa geológico de Chile 1:1.000.000.

4.5 INUNDACIONES

Se entiende por inundaciones al proceso por el cual aguas (oceánicas o continentales superficiales, o aguas subterráneas) invaden territorio. Dentro de los procesos de inundaciones, es posible diferenciarlos en Inundaciones por desborde de cauces artificiales o redes de drenaje urbano, Inundaciones por desborde de cauces naturales e Inundaciones por marejadas o olas de tsunamis en sectores cercanos a la costa.

PEGAR INUNDACIONES

5. ZONAS DE RIESGO EN LA COMUNA DE SAN FERNANDO

Dentro de las amenazas descritas en el capítulo anterior, algunas están presentes en la comuna de San Fernando. A partir de la superposición de información y análisis de los antecedentes, se identifican áreas de riesgo (definidas como zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de alguna amenaza), lo que permitirá actualizar y/o modificar el Plan Regulador Comunal, cumpliendo con la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

Es importante señalar que dados los alcances del presente estudio, así como la escala de trabajo (1:5.000 en áreas urbanas) y mayor a 1:50.000 fuera del entorno urbano de la comuna, existirán peligros reconocidos que serán zonificables y otros no.

Como peligros **no zonificables**, se considerarán aquellos que requerirían estudios de mayor detalle para poder determinar su distribución, o que quedan fuera de los alcances definidos para el presente trabajo. Por el contrario, como **peligros zonificables** se incluirán aquellas amenazas en que se puede categorizar la susceptibilidad y por lo tanto determinar una categorización de la misma (mediante planos anexados al estudio).

A medida que se realice una descripción de las amenazas identificadas para la comuna de San Fernando, se indicará si estos son o no zonificables, indicando los criterios utilizados y áreas susceptibles según corresponda.

5.1 REMOCIONES EN MASA

5.2 INTRODUCCIÓN

En el último tiempo diversos autores han desarrollado en el mundo una serie de metodologías, utilizando diferentes herramientas, que buscan evaluar los procesos de generación de remociones en masa. Estos fenómenos han adquirido gran importancia dentro de los eventos naturales, principalmente asociados a los cambios climáticos que se han experimentado a nivel mundial. De manera general, estas metodologías tienen la característica de ser aplicables en zonas limitadas de estudio de acuerdo a sus características geológicas, geotécnicas, geomorfológicas, climáticas, entre otras (Lara, 2007).

Según González de Vallejo et al. (2002), la susceptibilidad se puede estimar considerando el inventario de los fenómenos registrados en una zona y la superposición de los factores que los condicionan, no considerando la variable temporal ni el cálculo de la probabilidad de ocurrencia, sino que mediante una sumatoria de factores favorables a la generación del fenómeno. Aleotti & Chowdhury (1999) en Lara (2007) señalan que la experiencia en terreno y la generación de mapas de parámetros índices sobrepuestos son la base para la determinación cualitativa de susceptibilidades y peligros geológicos. Popescu (2000) en Lara (2007) propone la evaluación de remociones en masa a partir de la evaluación de dos grupos de factores: por un lado los factores que preparan a la ladera y que la convierten en un zona susceptible de ser movilizada (que corresponde a los factores condicionantes) y la evaluación de los gatillantes, que se encargan de desencadenar el evento.

La International Association of Engineering Geology (IAEG) y en la Guía para la Zonificación de Amenazas de remociones en masa del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA, 2007) se proponen guías para la evaluación de la susceptibilidad por remociones en masa. En general los diferentes autores describen este procedimiento en etapas, que son bastante estándar, y es de consenso general que el procedimiento debe ser interactivo durante su aplicación. Las etapas comúnmente utilizadas son:

- Definir los términos de referencia, objetivos de la investigación, definición de la escala de trabajo, requerimientos legales o de la institución que solicita el estudio, etc.
- Recopilación de información base del área de estudio (mapas topográficos, informes geológicos, estudios anteriores, entre otros), y de ser posible, incluir el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales de distintos períodos de tiempo.
- Construcción de mapas temáticos preliminares o línea base. En esta etapa se debe establecer el marco geomorfológico de cada lugar, identificando las características físicas del área, los tipos de materiales que se pueden esperar, y los procesos geomorfológicos esperables.
- Realizar un catastro o Inventario de movimientos en masa, idealmente que incluya el tipo de movimiento en masa, la magnitud, tiempo de ocurrencia o de su reactivación y datos similares. Esta información debe ser validada con visitas a terreno.
- Trabajo en Terreno. Las visitas a terreno deben estar orientadas por un lado a validar la información geológica y geomorfológica del área (unidades morfológicas, tipos de suelos y de rocas), y por otro lado identificar los procesos y depósitos de remoción en masa ocurridos con anterioridad o que se esperan en la zona de estudio.
- Etapa de análisis y entrega de resultados. Una vez compilada toda la información citada en las etapas anteriores, se realizan análisis (cualitativos, descriptivos o cuantitativos) que permitan esta etapa es elaborar la zonificación de las áreas susceptibles a ser afectadas por procesos de remoción en masa. Es fundamental en esta etapa, definir los factores condicionantes claves en la generación de remociones, y que corresponden principalmente a la pendiente, litología, las características de afloramientos rocosos, las observaciones de terreno y la existencia de fenómenos de remoción en masa existentes en las proximidades, más condiciones particulares del sector a estudiar (por ejemplo, zonas de intensa alteración u otras).

5.3 TIPO DE REMOCIONES EN MASA EN LA COMUNA Y FACTORES CONDICIONANTES IDENTIFICADOS

La recopilación y análisis de los antecedentes en conjunto a visitas a terreno realizadas a la comuna, permitieron identificar los siguientes procesos:

- Caídas de rocas
- Deslizamiento de bloques de roca
- Flujos
- Soliflucción y extensiones laterales

De acuerdo con los antecedentes recopilados en terreno, existen evidencias de caídas de rocas, flujos y deslizamientos de rocas en la localidad de Termas del Flaco

Figura n° 23: Evidencias de caídas de rocas Localidad Termas del Flaco



Fuente: Equipo consultor

Figura n° 24: Aluvión 25 febrero de 2017, sector edificio, Localidad Termas del Flaco

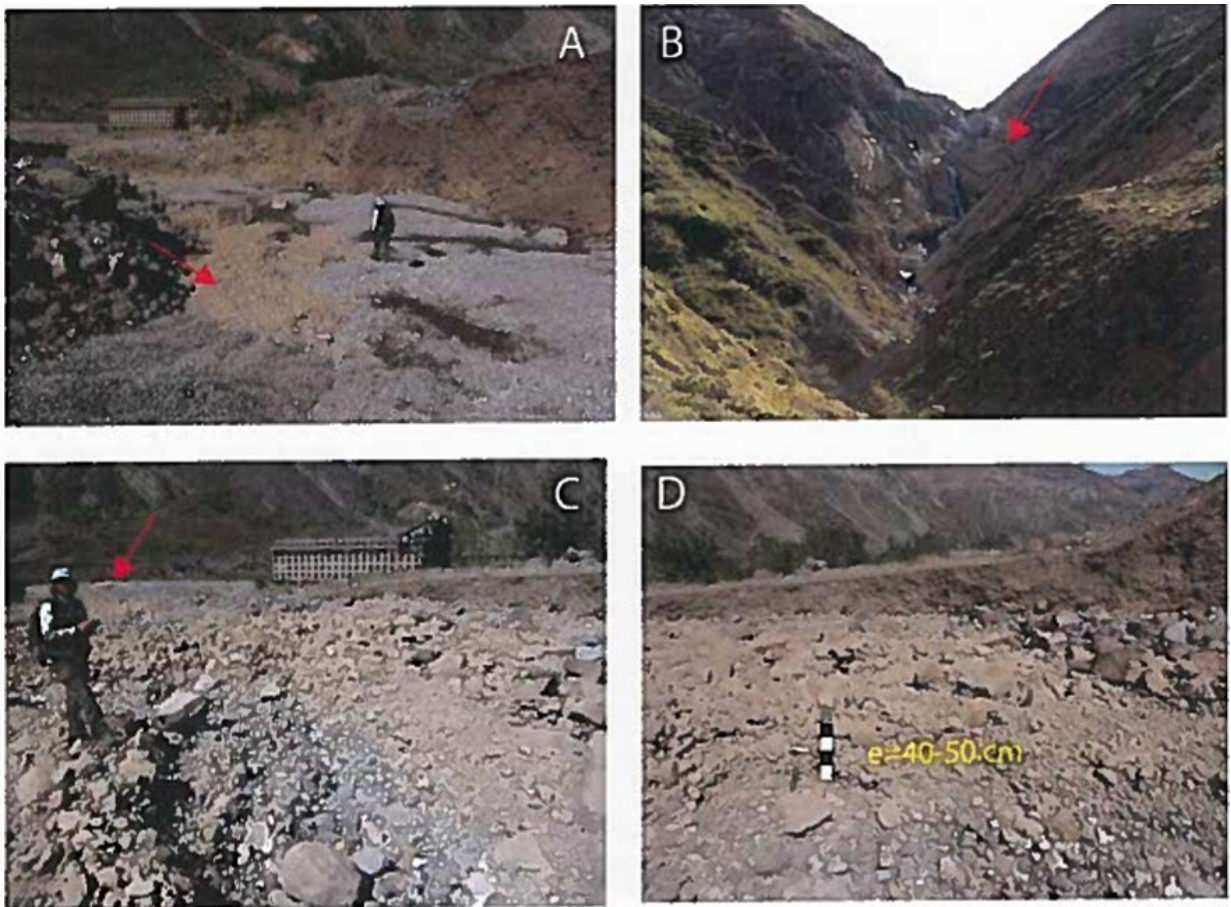


Figura 8. Fotografías del Cajón de los Ríos. A. Depósito de aluvión indicado con una flecha roja, ubicado hacia los márgenes de la quebrada. B. Cascada ubicada en la parte alta de la cuenca con evidencias del paso del flujo detritos. C. Depósito de aluvión en el Sanatorio Termas del Flaco. La flecha roja indica depósito de barro junto al río principal. D. Detalle del depósito del flujo de detritos en la zona del Sanatorio indicando su espesor.

Fuente: SERNAGEOMIN, 2017

Figura n° 25: Aluvión 25 febrero de 2017, sector carabineros, Localidad Termas del Flaco



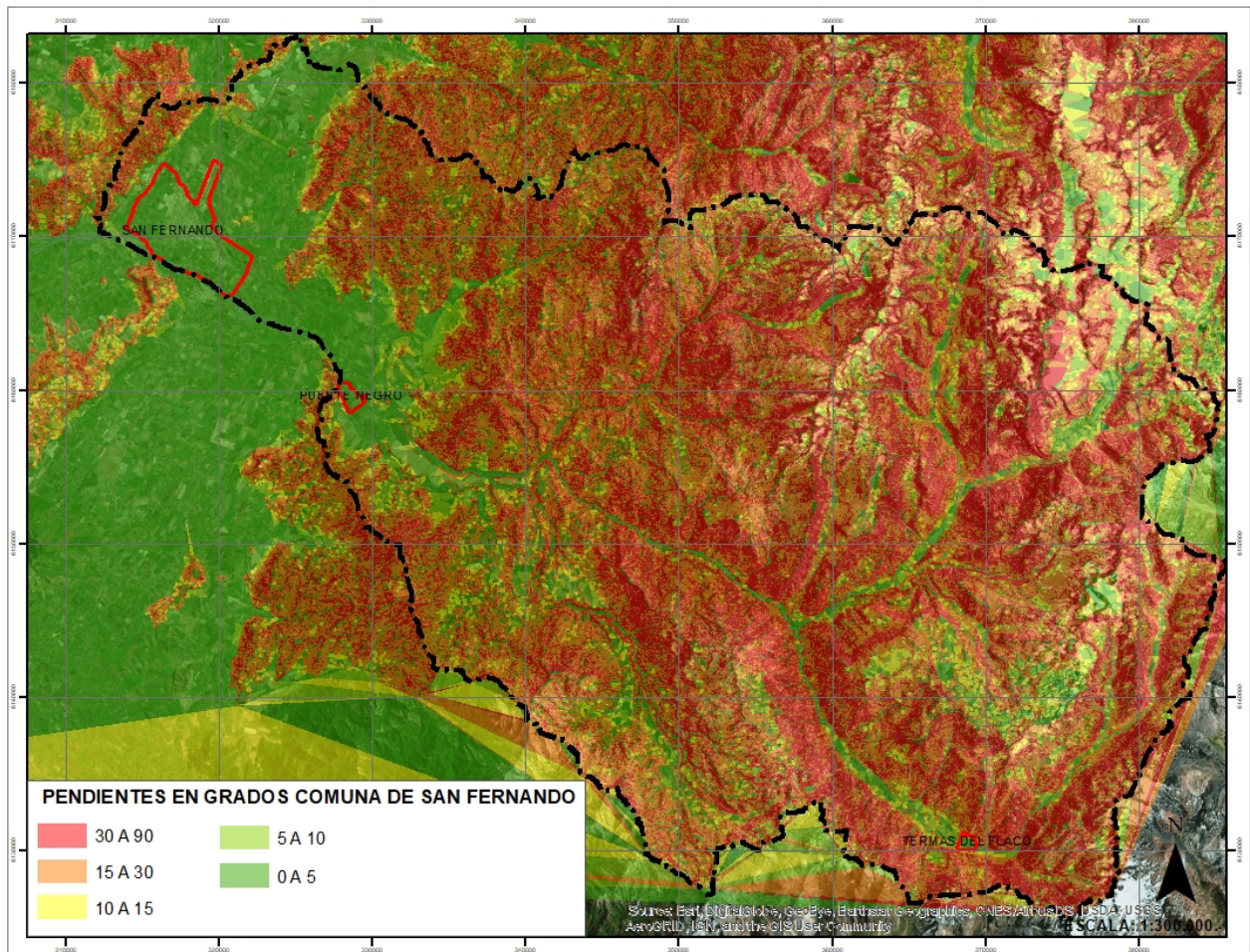
Figura 9. Fotografías de la quebrada ubicada al este del retén de Carabineros. A. Zona del camping de las termas, donde la quebrada perdió confinamiento. Se observa más de 5m de depósitos aluviales antiguos. B. Ruta I-45 donde el aluvión atrapó a la víctima fatal. Se encierra la zona por donde pasó y/o depositó el flujo de detritos. C. Detalle de la zona erosionada por el paso del flujo de detritos. Se indica un cono de deyección que está sobre el depósito de este aluvión que incluye partes del radier erosionado.

Fuente: SERNAGEOMIN, 2017

Para definir la susceptibilidad de caída de rocas en la comuna, se consideró como factores condicionantes la distribución y características de los eventos anteriores, pendientes, presencia de afloramientos rocosos y depósitos de remociones en masa anteriores. El uso de imágenes google_earth y las observaciones realizadas en terreno resultaron fundamentales en este proceso, definiéndose así zonas susceptibles a la generación de eventos, y sectores susceptibles de ser alcanzados por los bloques caídos.

Para evaluar las pendientes de las laderas, se realizaron modelos de triangulación a partir de las curvas de nivel (cada 50 metros). Los rangos definidos se basan en los antecedentes de pendientes mínimas para la generación de remociones (Keefer, 1984) y en la clasificación de pendientes de MARSH (1978, en MOPT 1992), que señala que todos los terrenos cuya pendiente supere los 15° constituyen en una barrera topográfica natural para el poblamiento. Las Figuras 26, 27 y 28 muestran las pendientes de la comuna.

Figura n° 26: Modelo de pendientes comuna de San Fernando



Fuente: Elaboración propia

Para definir zonas susceptibles a la generación de caídas de rocas, se consideraron aquellas laderas con pendientes mayores a 30°. La susceptibilidad de alcance de caída de rocas, considera las áreas ubicadas ladera abajo de las zonas de generación, con rangos de pendiente entre los 5° y 30°. La categoría de susceptibilidad quedó definida de la siguiente forma:

- Alta Susceptibilidad a la generación de caídas de rocas (zonas con pendientes mayores a 30°)
- Moderada Susceptibilidad a caídas de rocas (zonas con pendientes entre 5° y 29°)

Los terrenos con pendientes menores, presentaría baja a nula susceptibilidad a la caída de rocas. El avance de los bloques ladera abajo depende de muchos factores (propiedades de la cobertura, forma y tamaño de los bloques, pendientes, etc.). En general estos tienden a acumularse en sectores de menor pendiente (menores a 15°) y en quebradas profundas estrechas, formando parte de un material que podría ser movilizado como un flujo.

Deslizamientos

Identificar deslizamientos dentro de la comuna no resulta fácil (especialmente por el acceso a los afloramientos). Sin embargo, las características de los afloramientos rocosos, en términos de pendientes, grado de fracturamiento y estratificación, permiten presumir que estos eventos se pueden generar en las

laderas, aportando con bloques sensibles descender. Los antecedentes teóricos indican que estos eventos se pueden generar en pendientes mayores a 35° - 40°.

A partir de lo anterior, se consideró la zonificación superponiendo los condicionantes de pendientes y geología, generando zonas con Moderada Susceptibilidad a deslizamientos (zonas con pendientes mayores a 30°) y baja susceptibilidad (pendientes menores a 30°).

Flujos

En ocasiones, precipitaciones intensas pueden generar la saturación y movilización de materiales acumulados en quebradas (materiales como suelos, detritos y rocas), especialmente cuando se superan los umbrales de precipitaciones en que el material se satura y pierde su resistencia (para la zona central de Chile, se ha estimado en 60mm/24hrs. Hauser, 1990). Esa condición, se ve favorecida cuando las quebradas tienen pendientes mayores a 15°, o presentan canales angostos y estrechos. En los flujos, también se debe considerar el tipo y espesor del suelo y cobertura vegetal, lo que en ocasiones favorece la retención del material grueso ante flujos. Estas características se relacionan con aspectos geográficos del área, como por ejemplo orientación con respecto al norte, el grado de humedad de la ladera y exposición al sol.

Finalmente, se propone como áreas de susceptibles a la generación de flujos los abanicos aluviales y conos basales a los cordones montañosos, con pendientes entre 5° y 29°.

Extensiones laterales y Soliflucción

Se mencionó anteriormente, estos procesos involucran una pérdida de resistencia del subsuelo provocando hundimiento y agrietamiento del terreno, generando daño a la infraestructura o viviendas que se encuentren encima.

Estos fenómenos son frecuentes en terrenos de bordes de ríos, lagos y deltas, donde se conjugan materiales limo-arcillosos y arenosos que constituyen buenos reservorios de agua, y en general se asocian a zonas con pendientes de laderas bajas a moderadas. Algunos tipos corresponden a extensiones laterales en bloque y a extensiones por licuefacción del suelo, por lo que ante sismos, estos fenómenos suelen ser rápidos.

5.4 ZONIFICACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA

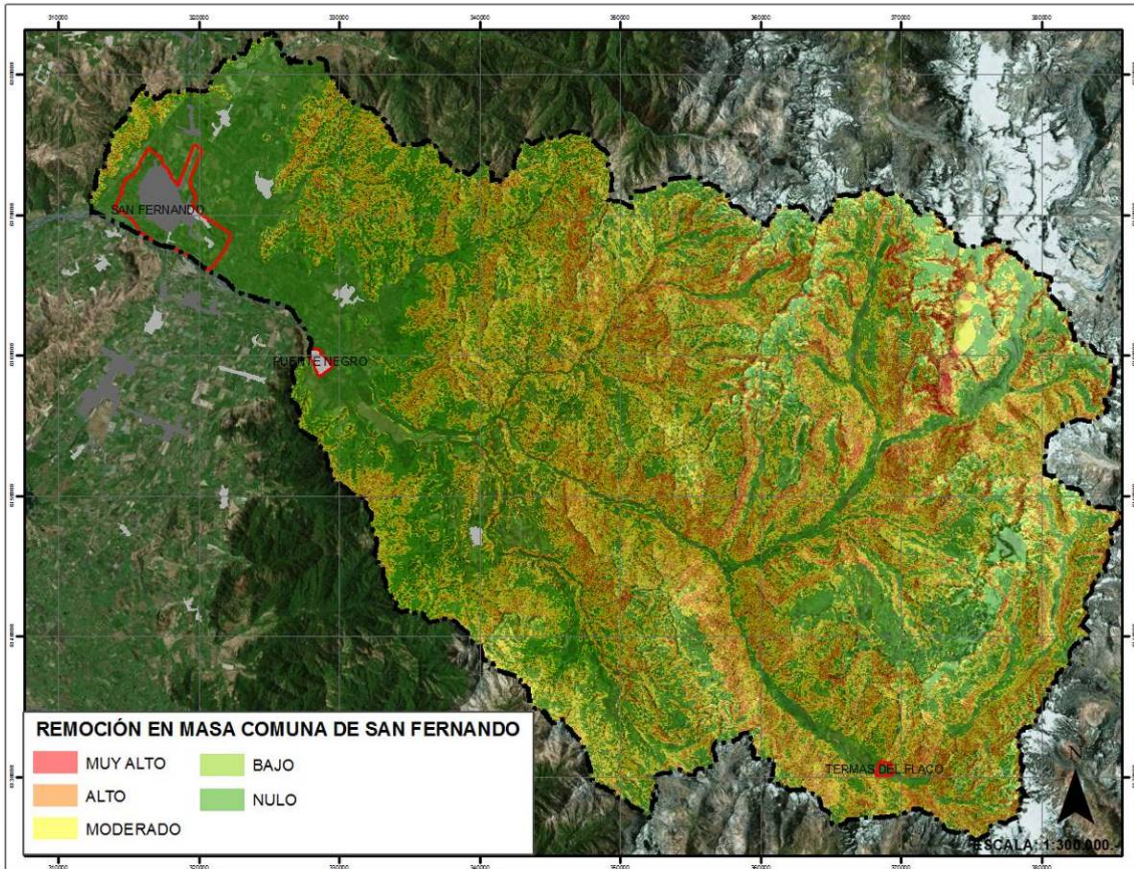
A partir de los antecedentes expuestos, se presenta una zonificación por susceptibilidad de remociones en masa de la comuna de San Fernando realizada a escala 1:50.000 (con representación a escala 1:300.000). Esta zonificación se basa en la superposición de antecedentes y condicionantes descritos anteriormente, y entrega como resultado la definición de sectores con distintos niveles de susceptibilidad para distintos tipos de remociones (ver Figura 27). Se destaca sectores en color rojo (alta susceptibilidad de caídas de rocas y moderada susceptibilidad de deslizamientos de roca); color anaranjado (moderada susceptibilidad de caídas de rocas, baja susceptibilidad de deslizamientos de roca y alta susceptibilidad a la generación de flujos) y color amarillo (alta susceptibilidad a extensiones laterales y soliflucción). Todos los sectores definidos se encuentran fuera del área urbana de la comuna, foco central del presente estudio.

Es importante señalar que por la escala de trabajo y alcances del estudio no es factible realizar una zonificación con mayor nivel de detalle, y su uso para planificación urbana debe ser complementado con estudios a menor escala, incluyéndose por ejemplo análisis, ensayos y pruebas de terreno, para dar cumplimiento a requerimientos legales y técnicos.

Las zonas de alta y moderada susceptibilidad se encuentran fuera del radio urbano, sin embargo se debe hacer notar que existen sectores habitados por población rural (especialmente la base de los cordones

montañosos) en zonas con moderada susceptibilidad y que en ocasiones se han visto afectados por remociones en masa. Es importante restringir o normar el crecimiento de la comuna hacia estas zonas.

Figura n° 27: Susceptibilidad de remociones en masa comuna de San Fernando



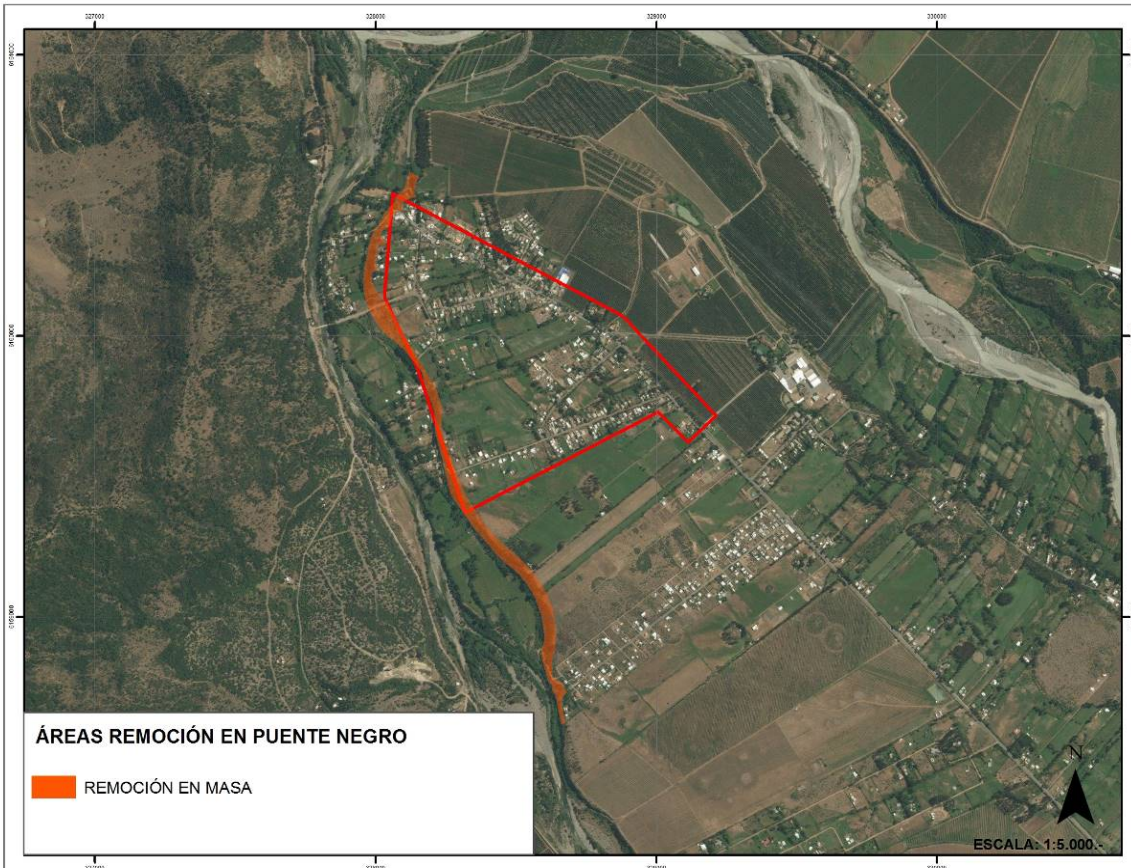
Fuente: Elaboración propia

San Fernando

La ciudad de San Fernando por localizarse geomorfológicamente en el valle central, sus pendientes son planas a suavemente onduladas, por lo que no se genera áreas susceptibles de remociones en masa

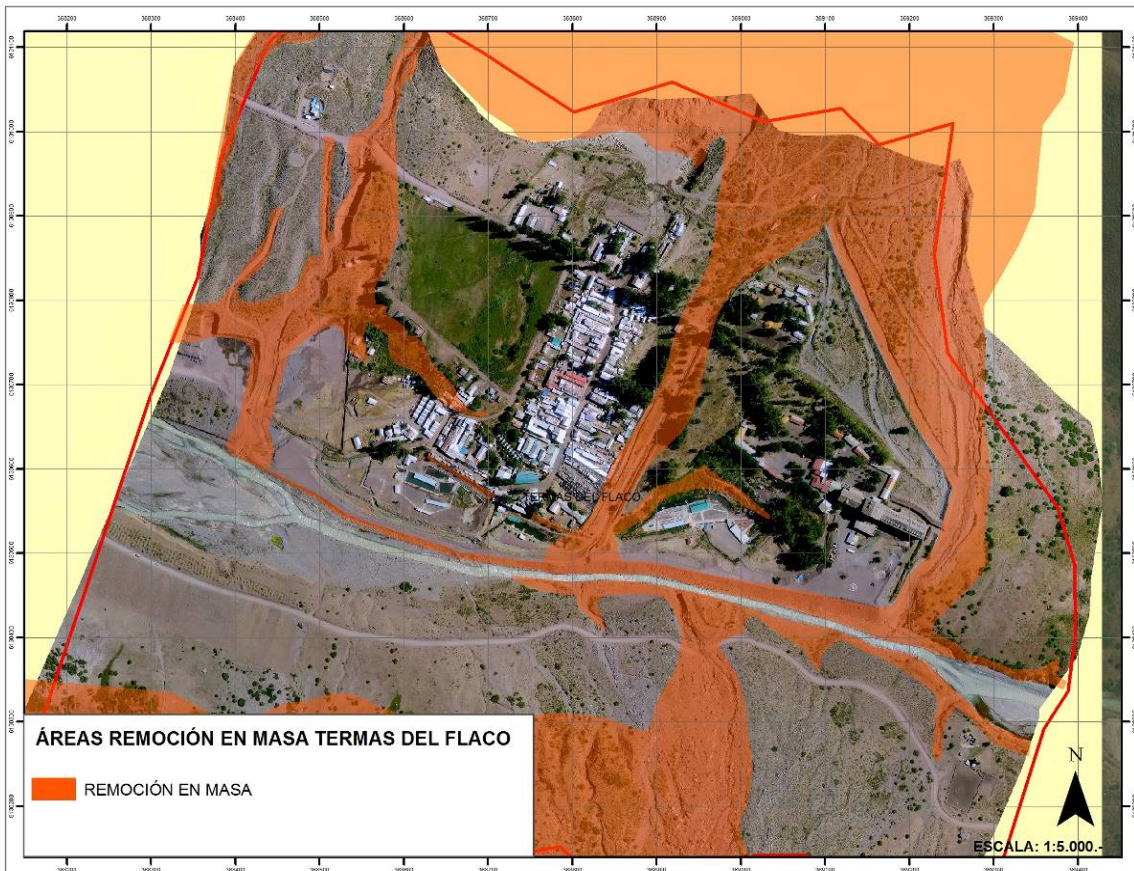
Puente Negro

Figura n° 28: Susceptibilidad de remociones en masa Puente Negro



Termas del Flaco

Figura n° 29: Susceptibilidad de remociones en masa Termas de Flaco



5.5 VOLCANISMO

El estudio de riesgo volcánico para la VI región en el contexto del PROT (Etapa II Componente riesgos. 2012) evalúa las amenazas asociadas al proceso eruptivo y eventos comunes asociados, dentro de los cuales se mencionan:

- Proyección de piroclastos balísticos
- Dispersión y caída de piroclastos
- Emisión de lava
- Generación de flujos y oleadas piroclásticas
- Generación de lahares e inundaciones
- Colapso total o parcial del edificio volcánico
- Emisión de gases
- Ocurrencia de sismos volcánicos
- Ocurrencia de deformación del terreno
- Alteraciones físico-químicas de cursos de agua, acuíferos y sistemas Geotérmicos

Los centros volcánicos activos se ubican en la zona cordillerana (volcán Palomo y complejo Tinguiririca), siendo los procesos de escurrimiento de lavas y lahares los más evidentes en el área proximal y hasta un radio no superior a 50 km (PROT, 2012). En ambos, podrían generarse columnas eruptivas de altura superior a 10 km representan un escenario razonable en el contexto de sus erupciones características, con flujos piroclásticos de envergadura moderada (alcance < 10 km).

De acuerdo con los antecedentes presentados en el capítulo anterior, no existiría riesgo volcánico para la comuna de San Fernando, y por lo tanto no es zonificable.

En la cordillera de la región de O'Higgins, el volcán Tinguiririca corresponde a una fisura volcánica, conformada por una decena de cráteres recientes, alineados en dirección norte-sur. (N25°E)

Sus productos corresponden a lavas y depósitos de flujos piroclásticos, variando composicionalmente desde andesita a dacitas.

De su actividad histórica se posee un registro muy pobre. Algunas crónicas mencionan actividad eruptiva en 1779 y 1830, además de la última erupción que habría ocurrido en 1917, momento a partir del cual ha presentado una constante actividad fumarólica.

- Coordenadas: 34° 49,0 S (Sur) - 70°20,4 W (Oeste).
- Poblados cercanos: En Chile: Termas del Flaco.
En Argentina: Norte del Departamento de Malargüe y sur del Departamento de San Rafael, Provincia de Mendoza.
- Ubicación en Ranking de Peligrosidad de los Volcanes Activos de Chile: 47.
- Altitud de la cumbre: 4.300 metros sobre el nivel del mar (msnm).
- Diámetro basal: 5,8 km.
- Área basal: 26,6 km².
- Volumen estimado: 36,9 km³.
- Reciente erupción: 1917.

Descripción del complejo volcánico

El Complejo Volcánico Tinguiririca, corresponde a una sucesión de unos diez estrato-conos alineados a través de una fisura volcánica con rumbo N25° E, los cuales comparten características morfológicas y geoquímicas muy similares, encontrándose en esta los volcanes Tinguiririca, Fray Carlos y Montserrat (González-Ferrán, 1995; Clavero et al., 2011). La composición de estos centros eruptivos es intermedia, con andesitas y andesitas basálticas cuya edad no supera 1.1 millones de años (Arcos, 1987). A continuación, se realiza una descripción general del complejo.

- Volcán Montserrat (-34.80; -70.345) - 4230 m snm

El presente resumen técnico obedece a lo descrito por Polanco et al. (2015). El volcán Montserrat se ubica en el extremo norte del complejo volcánico y posee un cráter principal además de un cono adventicio, cuyos cráteres presentan diámetros máximos de 520 y 535 m. Los productos, conformados principalmente por coladas de lava en bloques de edad Pleistocena superior-Holocena, poseen una composición andesítica (57-58% SiO₂).

- Tinguiririca (-34.816; -70.353) - 4280 m snm

Es el estratovolcán más prominente de toda la fisura volcánica, alcanzando 4280 m.s.n.m. y que posee una estructura algo superior a mil metros desde su base. El cono está cubierto por un glaciar en el flanco E. El cráter principal alcanza unos 530 x 480 m de diámetro y al interior existe un cráter anidado con un diámetro máximo de 110 m (Polanco et al., 2015). Al interior de del cráter se puede apreciar claramente las secuencias estratificadas pertenecientes a diferentes episodios eruptivos. Los flujos lávicos de este volcán han alcanzado los nacimientos del estero San Andrés, recorriendo unos 15km hacia el sudoeste. Estas lavas (60% SiO₂) presentan una morfología en bloques y las estructuras lobulares y de levées son claramente distinguibles, con una edad Pleistocena superior-Holocena (Polanco et al., 2015). Además, estos mismos autores han reconocido algunos flujos piroclásticos en el flanco oeste, como también dos cicatrices de colapso. De acuerdo con Hildreth y Moorbath (1988) y mediciones realizadas a 7 muestras del volcán Tinguiririca, este arrojó 56-68% de SiO₂, lo que las ubica en el campo de las andesitas basálticas, andesitas y dacitas.

La actividad del volcán Tinguiririca se ha desarrollado hasta tiempos históricos, conociéndose en 1779, 1830-31, 1917 y 1994 actividad eruptiva. Una erupción posiblemente freatomagmática fue reportada en 1917. El 15 de Enero de 1994, Bolívar Miranda, un ingeniero químico de Sernageomin observó una columna eruptiva de 5 km por encima del volcán Tinguiririca desde su ubicación, distante a 65 km al Oeste. Una fotografía tomada por su hijo mostró una columna de forma de "coliflor de color blanco en un día despejado. En base a la forma y el crecimiento de la columna, la erupción fue más bien freática.

- Fray Carlos (-34.843; -70.361)- 4012 m snm

El volcán Fray Carlos es un centro eruptivo localizado en la zona media de la Fisura volcánica, hacia el sur del volcán Tinguiririca. De acuerdo con Polanco et al. (2015). El centro eruptivo se compone por dos edificios volcánicos con alineación aproximadamente N-S, de los cuales el edificio norte posee un crater elongado de 380 x 320 metros de diámetros, además de un pequeño cráter en el flanco SW de unos 135 x 120 m de diámetro. En tanto, el edificio sur es algo más grande y posee dos cráteres anidados cuyos diámetros de sus ejes mayores es de 480 y 380 m. Según Hildreth y Moorbath los productos del volcán Fray Carlos pueden clasificarse como andesitas-basálticas y andesitas (57.5-60.8 % SiO₂) y los edificios alcanzarían un volumen similar a 15km³.

- Cono Natalia (-34.866; -70.360) - 3639 m snm

Corresponde a un pequeño cono piroclástico erosionado, en cuya cima aun se reconoce un cráter bastante difuso cuyo eje máximo alcanza aproximadamente 90 metros. Dos flujos de lava en bloques parcialmente recubiertos por material piroclástico se han emitido hacia el sur y sureste del cono, aunque algunos de los levées y estructuras lobulares son todavía observables. Dichos flujos tienen una composición andesítico basáltica (57% % SiO₂) (Polanco et al., 2015).

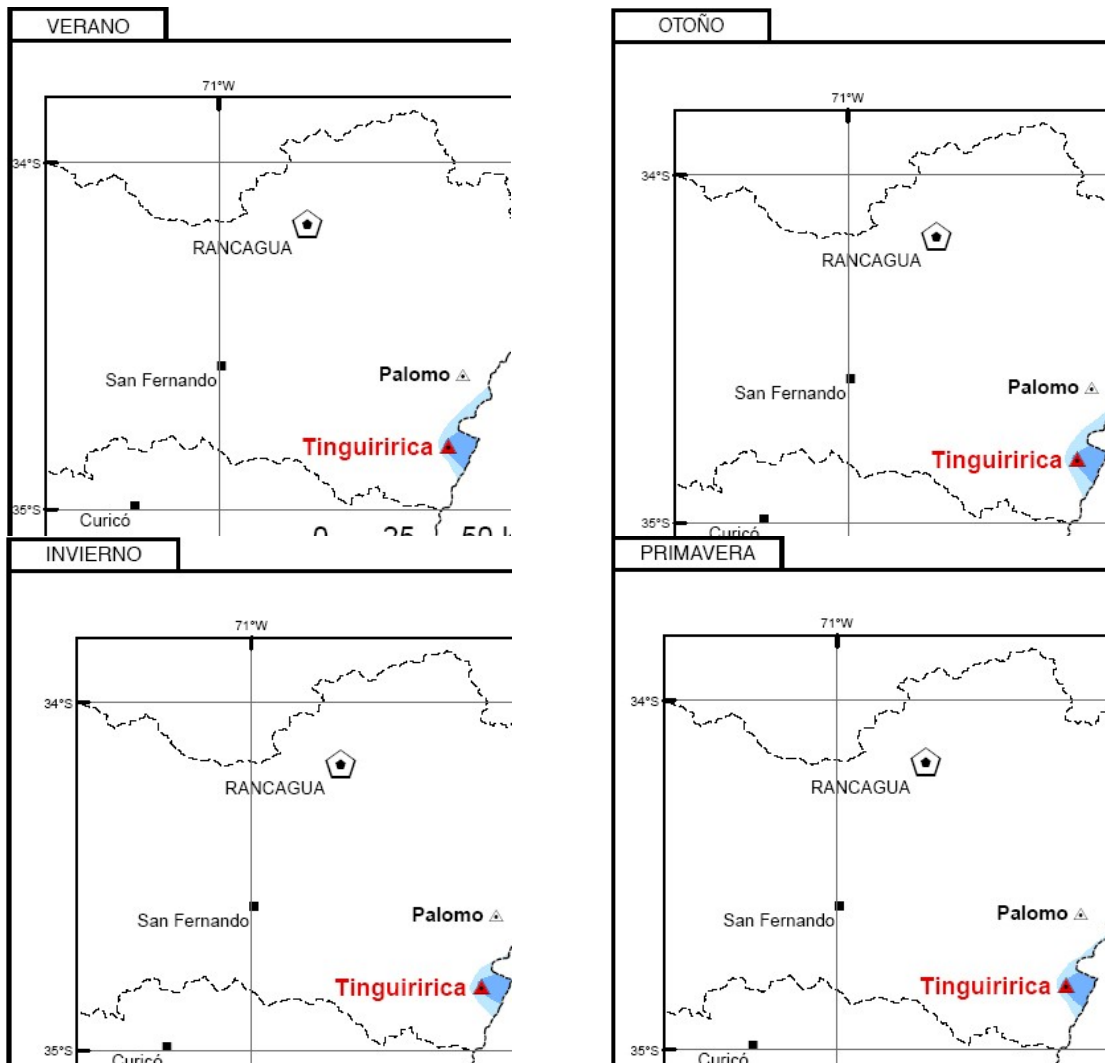
- Sordo Lucas

Según lo señalado por Arcos (1987) el cerro Sordo Lucas puede ser considerado como un centro de emisión volcánico por su característica estructura similar a la de un cuello volcánico, es decir, las zonas interiores de conductos de un volcán perteneciente al Pleistoceno Inferior, altamente erosionado, al cual se le podrían atribuir las lavas del cerro Alto del Padre. Este, según otros autores figura como un centro eruptivo independiente (González-Ferrán, 1995). Sin embargo, también cabe la posibilidad de que dichas lavas pertenezcan a la Fisura volcánica Tinguiririca (Arcos, 1987; Arcos et al 1988). Según el diagrama TAS (Le Maitre et al, 2002) las muestras tomadas por Hildeth y Moorbath en el Cuello Volcánico Sordo Lucas pueden ser clasificadas como andesitas.

- **Peligros volcánicos del volcán Tinguiririca, SERNAGEOMIN 2013**

Este documento forma parte de una serie especial de mapas de peligro volcánico cuya finalidad es proveer información sintética de carácter orientativo para su uso en situaciones de crisis. La zonificación presentada es el resultado integrado de un análisis cuantitativo que considera múltiples escenarios eruptivos escogidos de acuerdo a los antecedentes geológicos de este centro volcánico y constituye una aproximación de primer orden que, necesariamente, debe actualizarse en las condiciones concretas del proceso eruptivo.

- Dispersión atmosférica por estaciones
Acumulación de al menos 1 cm de material piroclástico, para un escenario esperable (Índice de explosividad = 3 a 4; Altura de columna = 15 km)



Alto Peligro: Representa el sector más susceptible de ser afectado por procesos de alta energía en el entorno inmediato del edificio volcánico, independientemente de la magnitud eruptiva. Corresponde a los sectores superiores del edificio volcánico y a un área restringida en torno a los principales cursos fluviales. Engloba la totalidad de las lavas emitidas en la etapa tardía del volcán, depósitos de corrientes piroclásticas de extensión limitada y depósitos laháricos de pequeño volumen.

Medio Peligro: Representa el sector más susceptible de ser afectado por procesos volcánicos derivados de erupciones de mediana a alta magnitud en el edificio principal. Corresponde al sector basal del edificio volcánico y a un área limitada en torno a ríos y valles aledaños. Incluye la mayoría de las lavas emitidas en la etapa temprana del volcán, flujos piroclásticos de mediana extensión, gran parte de posibles depósitos de avalancha volcánica y lahares de mediano volumen.

Bajo Peligro: Representa el sector más susceptible de ser afectado por procesos volcánicos derivados de erupciones de gran magnitud en el edificio principal. Corresponde a un área limitada en torno a los principales valles. Incluye la totalidad de los posibles depósitos de avalancha volcánica, flujos piroclásticos de gran extensión y zonas de inundación por lahares de gran volumen con su respectiva fase diluida.

Las localidades en estudio, San Fernando y Puente Negro los efectos del proceso volcánico impactaría de manera más indirecta. En el caso de las Termas del Flaco, como se observa en la siguiente figura, la parte baja de la localidad sería afectada por el Lahar (Peligro Bajo). Cabe considerar que los impactos asociados a riesgos naturales, pueden variar en intensidad, dependiendo de la acumulación de nieve, acumulación de cenizas en laderas y posterior ocurrencia de precipitaciones intensas con isoterma sobre 2500 msnm, donde el principal riesgo se constituye por la acumulación de material (cenizas, derrumbes, etc) y su activación por precipitación líquidas en altura, como lo acontecido en Chaiten.

5.6 SISMOS

En el caso de la amenaza por sismos, la OGUC en el apartado 2.1.17 no hace mención a ellas y no forman parte de los alcances del presente estudio, por lo que debe ser abordada de acuerdo a la normativa de construcción vigente y los aspectos geológicos, geomorfológicos y tipos de suelos propios de la comuna que puedan incidir en el comportamiento sísmico de esta. Un ejemplo de lo anterior es la susceptibilidad a la generación de extensiones laterales, soliflucción y licuefacción de suelos en zonas de aledaños a la ribera norte del río Tinguiririca, gatilladas con el evento del 27F. La escala y alcances del presente estudio no permiten una identificación y zonificación de dichos peligros a una escala con mayor detalle, requiriéndose para ello estudios más profundos.

5.7 FALLAS GEOLÓGICAS

De acuerdo a los antecedentes recopilados, no existen fallas geológicas mayores que atreviesen la comuna, por lo tanto no aplica al presente estudio.

5.8 ÁREAS CON RIESGO DE INUNDACION

El río Tinguiririca es el principal curso de agua que cruza la comuna de San Fernando con dirección oriente poniente, este presenta variaciones de su pendiente entre su inicio y su desembocadura en el Río Cachapoal, siendo de acuerdo al estudio del PROT 2012, su sector medio el que presenta históricamente mayor número de episodios de crecidas. Estas ocurren principalmente a dos factores, el primero corresponde a factores meteorológicos de lluvias intensas (sobre 40 mm en 24 hrs.), de manera general ocurridos en época del fenómeno del Niño, y bajo periodos de deshielos intensos en los cuales los caudales aumentan considerablemente su volumen. También existen casos más excepcionales, correspondientes a precipitaciones líquidas sobre la isoterma Cero con el consiguiente deshielo y aumento torrencial del flujo del río.

El Estudio “Diagnóstico, proposición de defensas fluviales y plan de manejo en Río Tinguiririca. Tramo: Puente Talcaehue hasta Puente Errázuriz, Región de O’higgins”, ejecutado por la consultora IRH en el año 2012, se determinaron los sectores críticos y áreas de influencia

La identificación de los sectores críticos de ribera o zonas inundables se efectuó, principalmente, en base a los recorridos de terreno y entrevistas con lugareños del área de estudio. Esta información fue validada mediante la modelación hidráulica del cauce. En la Tabla siguiente se presentan las zonas de riesgo identificadas junto con su período de retorno asociado y además se hace referencia al sector geomorfológico correspondiente

Registro de Zonas Inundables

Registro	Comuna	Localidad	Ribera	km	Descripción	Daño principal	Sector Geomorfológico
AI-01	San Fernando	Bajo los Bravo	Derecha	0.00	Inundación	Infraestructura, terreno agrícola y población de Bajo Los Bravo	D1
AI-02	San Fernando	Puente Negro	Izquierda	0.20	Socavación	Infraestructura y terreno agrícola	I1
AI-03	San Fernando	Talcaehue	Derecha	4.60	Socavación e Inundación	Terreno Agrícola, con riesgos para población de Talcaehue	D1
AI-04	Chimbarongo	Tres Puentes	Izquierda	5.30	Socavación e Inundación	población de Tres Puentes e infraestructura	I3
AI-05	Chimbarongo	La Orilla, Los Areneros	Izquierda	11.50	Inundación	población de los Areneros	I3
AI-06	San Fernando	Pedehue	Derecha	11.50	Inundación	población de San Fernando	D1
AI-07	Chimbarongo	Los Areneros	Izquierda	12.30	Socavación	población de los Areneros	I3
AI-08	San Fernando	Los Huertos	Derecha	13.30	Inundación y Socavación	población Los Huertos	D1
AI-09	Placilla	San José de Peñuelas	Izquierda	16.30	Inundación y Socavación	población de San José de Peñuelas	I5
AI-10	Placilla	San José de Peñuelas	Izquierda	19.00	Inundación	población de Villa Alegre	I5
AI-11	Placilla	Calabozo	Derecha	19.30	Inundación y Socavación	terreno Agrícola	D4
AI-12	Placilla	Taulemu	Izquierda	23.00	Inundación y Socavación	población Los Aromos	I5
AI-13	Placilla	Lo Moscoso	Derecha	23.00	Inundación	población de Lo Moscoso	D5
AI-14	Placilla	El Camarón	Izquierda	27.20	Inundación	población sector El Camarón	I5
AI-15	Nancagua	La Gloria	Izquierda	30.70	Inundación	población Callejón La Gloria, Infraestructura Puente La Gloria	I5
AI-16	Nancagua	Callejones	Izquierda	32.00	Inundación	población Callejones del río	I6
AI-17	Nancagua	Cura Montero	Izquierda	36.30	Inundación y Socavación	Población de San Gregorio	I6
AI-18	Santa Cruz	San José de Apalta	Derecha	39.60	Socavación e Inundación	población Viña de Apalta	D8
AI-19	Nancagua	San Gregorio	Izquierda	40.00	Inundación	población Ana Luisa II	I6
AI-20	Nancagua	Cunaco	Izquierda	42.30	Inundación y Socavación	población Ana Luisa II	I6
AI-21	Santa Cruz	Cruce de Apalta	Izquierda	48.00	Socavación	Infraestructura, puente Apalta	I6
AI-22	Palmilla	La Calera	Izquierda	53.20	Inundación	población de Palmilla	I7
AI-23	Palmilla	Casa de Lata	Izquierda	59.60	Inundación y Socavación	Infraestructura	I8
AI-24	Palmilla	San José del Carmen	Derecha	62.50	Inundación	población Villa Puente Tapado	D9

Fuente: “Diagnóstico, proposición de defensas fluviales y plan de manejo en Río Tinguiririca. Tramo: Puente Talcaehue hasta Puente Errázuriz, Región de O’higgins”

En la siguiente imagen se observan los resultados de la recopilación de información y modelación hidráulica para el sector de San Fernando, este estudio determina las áreas inundables de las riveras del río al año 2010 (incluyendo todas defensas fluviales realizadas a esa fecha), en ella aprecia que los sectores urbanos de San Fernando (de acuerdo a limite urbano propuesto) serían afectados por inundaciones, esto principalmente por la construcción de defensas fluviales. Estas áreas de riesgos son incluidas en el plan por estar dentro de los límites urbanos.

En la comuna de San Fernando, los sectores más comprometidos corresponden a Los Huertos y Pedehue

Áreas de riesgo de inundación Sector urbano de San Fernando

Respecto de la localidad de San Fernando, su trama intra urbana es intersectada por cursos de aguas, canales de regadío que en época invernal funcionan como evacuadores de aguas lluvias. Estos canales principales se determinó un área de inundación que asegura el libre escurrimiento de las aguas, asegura el espacio para su mantención, y restringe los usos que pudieran afectar el libre tránsito de las aguas.

Figura n° 30: Área de riesgo de inundación Sector urbano San Fernando

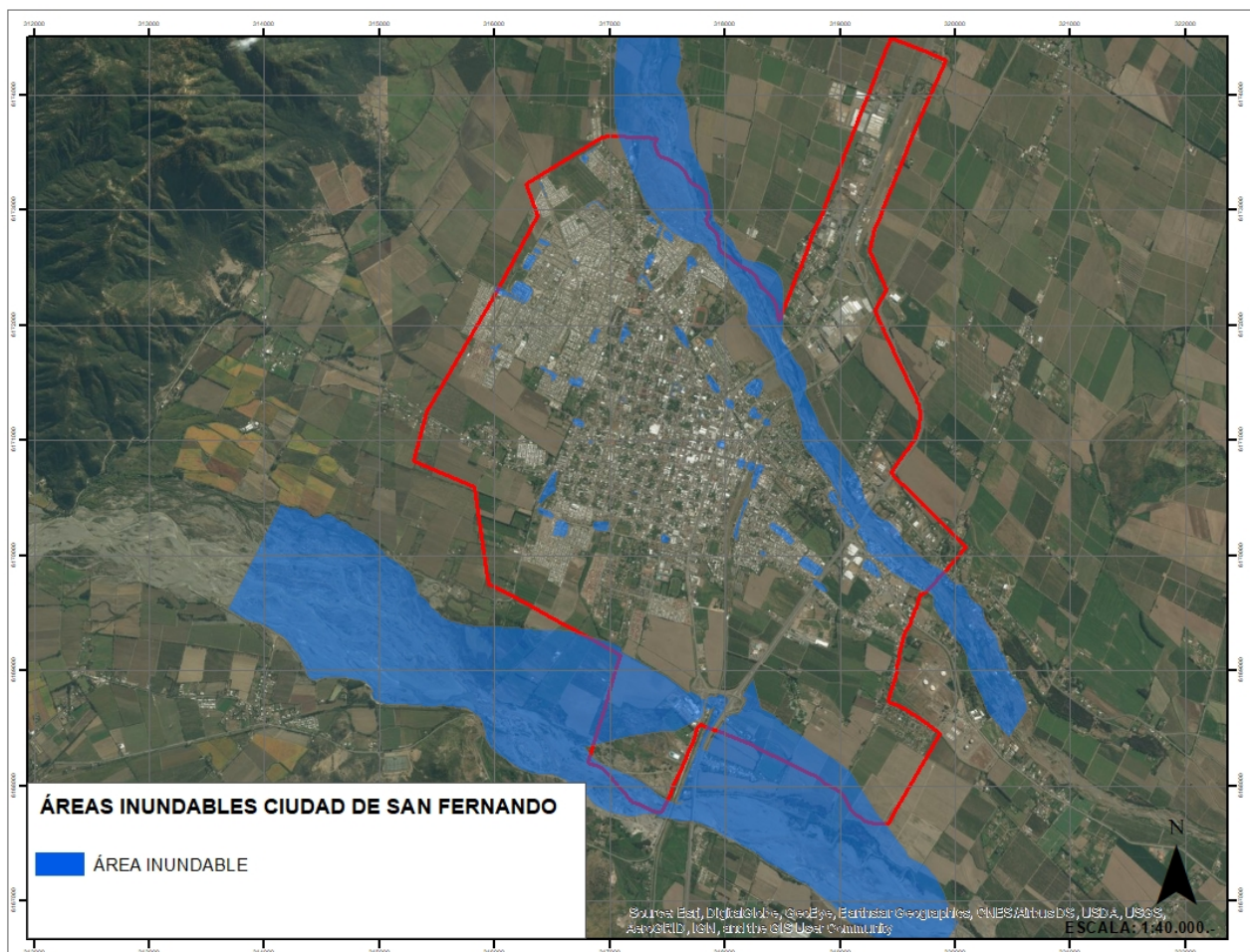
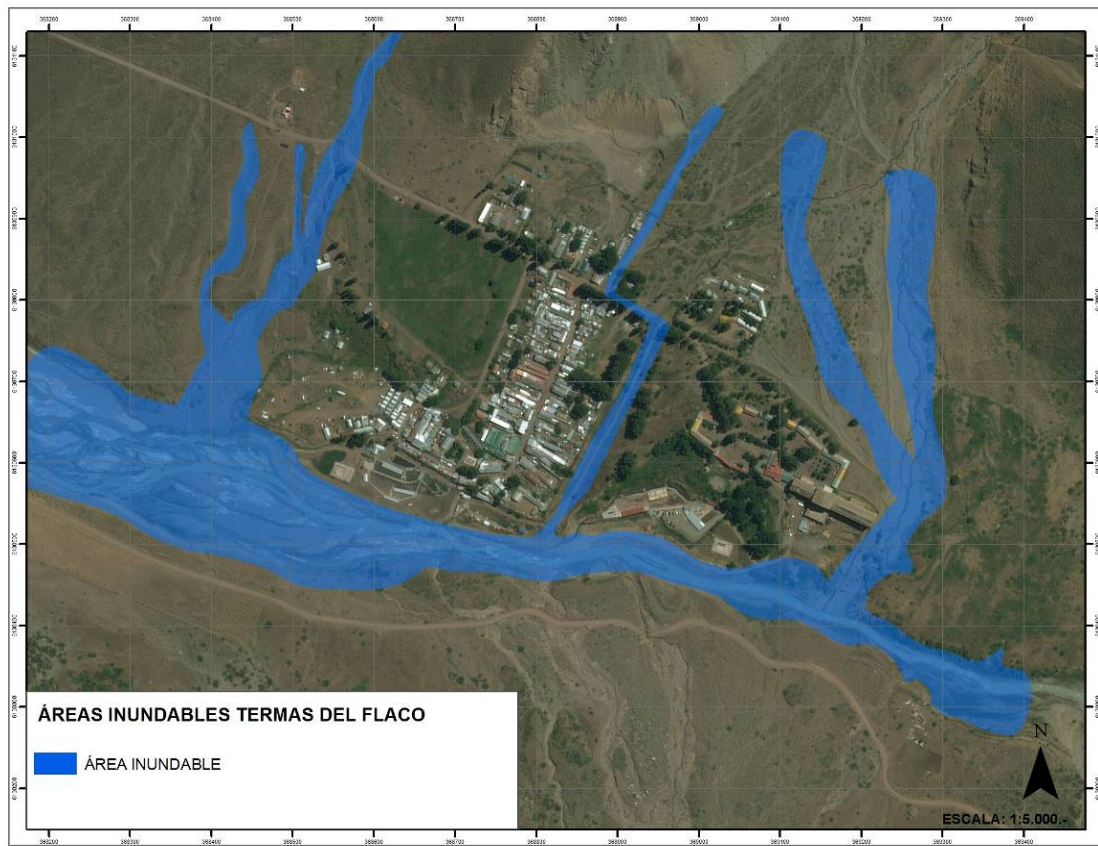


Figura n° 33: Área de riesgo de inundación Termas del Flaco



6. CONCLUSIONES

Para dar cumplimiento a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su apartado 2.1.17, y definir “áreas de riesgo” para la comuna de San Fernando, se agruparon los peligros geológicos en remociones en masa, volcanismo, sismicidad e inundaciones, de los cuales sólo algunos son zonificables de acuerdo a la escala y alcances del estudio.

La metodología de trabajo aplicada incluyó la descripción física de la comuna, recopilación y análisis de antecedentes y un catastro de eventos (tanto por reportes como por evidencias recogidas en terreno). Para el área urbana, los peligros zonificables identificados fueron las inundaciones, las cuales se representaron en planos 1:5.000. Los resultados indican que dentro de los límites urbanos (San Fernando), se consideraron las áreas inundables de los cursos de agua principales, correspondientes a canales de regadío, los que en época invernal ayudan a la evacuación de las aguas lluvias.

Para el resto de la comuna (áreas excluidas al desarrollo urbano) como peligros zonificables se identificaron las remociones en masa, cuya escala de análisis fue 1:50.000, con representación de resultados escala 1:300.000 (susceptibilidad de remociones en masa), dentro de las cuales se reconocen sectores sensibles a caídas de rocas y deslizamientos de roca (generación y alcance), y se asocian principalmente a altas pendientes y sectores con afloramientos rocosos fracturados, registrándose evidencias de caídas de rocas a los pies de los cordones montañosos. También se identificaron sectores sensibles a la generación de flujos (especialmente en quebradas o abanicos aluviales). También se reconocieron sectores susceptibles a la generación de extensiones laterales de suelo y soliflucción en eventos sísmicos, asociados a sedimentos limo-arcillosos saturados cercanos a superficie. La escala del presente estudio no permite definir con mayor precisión la ubicación de estos sedimentos, se requieren estudios de mayor detalle. Estos debiesen ser incorporados en los instrumentos de planificación de escala intercomunal, ya que los antecedentes indican que si están presentes en la comuna, especialmente ante sismos de gran intensidad.

En el caso de los peligros no zonificables, algunos no se encuentran presente en la comuna (como el Volcanismo y fallas geológicas) o quedan fuera de los alcances del estudio (como una zonificación sísmica o una zonificación de suelos para identificar zonas propensas a la licuefacción y extensión lateral de suelo).

7. REFERENCIAS

- Araya-Carcedo, F.; Olcina J. 2002. Riesgos Naturales. Editorial Ariel S.A., 1512 pp.
- Arriagada, C., Arancibia, G., Cembrano, G., Martínez, F., Carrizo, D., Van Sint Jan, M., Sáez, E., González, G., Rebolledo, S., Sepúlveda, S.A., Contreras-Reyes, E., Jensen, E., Yañez, G. 2011. Nature and tectonic significance of co-seismic structures associated with the Mw 8.8 Maule earthquake, central-southern Chile forearc. *Journal of Structural Geology* 33 (2011), p. 891 – 897.
- Barrientos, S.; Kausel, E. 1993. Características de la Sismicidad Superficial en la Zona Central de Chile; *Proceedings 6as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica*, Universidad de Chile, Santiago 9-13 Agosto, 1993, v.1, p. 3-9.
- Belmonte-Pool, J. 1997. Análisis del Contacto Sismogénico Interplaca a lo Largo de Chile. Santiago: Tesis de Magíster, Depto. de Geofísica. Universidad de Chile, 148 pp.
- Cruden, D.M, and Varnes, D.J., 1996. Landslide types and processes, in Turner, A. Keith, and Schuster, Robert L. eds. *Landslides—Investigation and mitigation: Transportation Research Board, Special report no. 247*, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., p. 36–75.
- Delouis, B., Monfret, T., Dorbath, L., Pardo, M., Rivera, L., Compte, D., Haessler, H., Caminade. L., Ponce, L., Kausel, E., Cisternas, A. 1997. The Mw=8.0 Antofagasta Earthquake of July 30, 1995: A precursor of the end of the large 1887 Gap. *Bull. Seismic Society of America*, Vol. 87, N°2, p.1 – 19.
- Escobar, F.; Guzman, R.; Vierina, C., 1977. Avance geológico de las Hojas Rancagua – Curicó – Talca – Linares – Chanco, Concepción y Chillán. Escala 1:250.000. Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG). Inédito.
- Galdames, G; Saragoni, R. 2002. Influencia del posible movimiento de la falla Marga-Marga en el daño de edificios altos de Viña del Mar en el terremoto de Chile de 1985. VIII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Abril 2002. UTFSM. Valparaíso, 6pp.
- Godoy, E.; Schilling, M.; Solari, M.; Fock, A. 2009. Geología del Área Rancagua-San Vicente de Tagua Tagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 118: 50 p. 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- González de Vallejo, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. 2002. Ingeniería Geológica. Editorial Pearson. 744pp
- Hauser A, SERNAGEOMIN. 1996.Evaluación preliminar del riesgo aluvional en torno a la localidad de San Alfonso, región Metropolitana. Documento inédito.
- Hauser A, 1985. Flujos de barro en la zona preandina de la Región Metropolitana: Características, causas, efectos, riesgos y medidas preventivas. *Revista Geológica* N°24 1985, p.75-92.
- Hauser, A. 2000.Remociones en masa en Chile. Santiago de Chile: SERNAGEOMIN, Boletín N° 59.
- Keefer, D.K., 1984. Landslides caused by earthquakes. *Geological Society of America Bulletin*, vol. 95, p. 406-421
- Keller, E.; Blodget, R. 2004. Riesgos naturales. Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Editorial Pearson, S.A., Madrid 2004. 448 pp.
- Hauser, A. 1990. SERNAGEOMIN. Carta Hidrogeológica de Chile. Hoja Rancagua, VI región. 1:250.000. 74 p.
- Lara, M. 2007. Metodología para la evaluación y zonificación de Peligro de Remociones en Masa con Aplicación en la Quebrada San Ramón, Santiago Oriente, Región Metropolitana. Tesis para optar el Grado de Magíster en Ciencias Mención Geología y Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología, 212 p.
- Leyton, F.; Ruiz, S.; Sepúlveda, S. 2010. Reevaluación del peligro sísmico probabilística en Chile Central. *Andean Geology*. Versión on-line. ISSN 0718-7106. V. 37, n° 2. Julio 2010, 21 pp.
- Madariaga, R. 1998. Física de la Tierra TS5N: 0214-4557. 1998, n.10, p. 221-255 Sismicidad de Chile.
- Muñoz, E., Sepúlveda, S.A., Rebolledo, S. 2012. Nuevos antecedentes sobre la falla Marga-Marga y sus implicancias en el peligro sísmico, T9, p. 854 – 856.
- Muñoz, E. 2013. Susceptibilidad de remociones en masa y de respuesta sísmica asociada a fallas mayores en áreas urbanas. Estudio de caso Viña del Mar, V región. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias mención Geología. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 164 p.

- PMA-GCA, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.
- Ruiz, S. y G.R. Saragoni. 2005. "Fórmulas de atenuación para la subducción de Chile considerando los dos mecanismos de sismogénesis y los efectos del suelo". IX Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Concepción, p. 16-19.
- Sabaj, R. 2008. Identificación y caracterización de estructuras potencialmente activas en la cordillera de la costa, entre los 33° y 33°45' Sur. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología.
- Sauret, B., 1987. Coulées de débris canalisées. Compte rendu bibliographique. In Risques Naturels. Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, No.150-151, p.65-77.
- Selby, M.J., 1993. Hill slope materials and processes. Second Edition, Oxford University Press, 451 pp.
- Sepúlveda, S.A., 1998. Metodología para Evaluar el Peligro de Flujos de Detritos en Ambientes Montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título de Geólogo, Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Sepúlveda, S.A., Padilla, C., 2008. Rain-induced debris and mudflow triggering factors assessment in the Santiago cordilleran foothills, Central Chile. Natural hazards, 47, 201-215.
- Sepúlveda, S.A. y Serey, A. 2009. Tsunamigenic, earthquake-triggered rock slope failures during the 21st of April 2007 Aysén earthquake, southern Chile (45.5°S). Geological Note. Andean Geology 36 (1), pp. 131-136.
- SERNAGEOMIN. Mapa geológico de Chile escala 1:1.000.000.
- SERNAGEOMIN. 2012. Atlas de Faenas Mineras, Regiones de Valparaíso, del Libertador General Bernardo O'Higgins y Metropolitana de Santiago (Versión Actualizada). Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile No 9: 177 p. Santiago.
- Padilla, C., 2006. Análisis de factores meteorológicos desencadenantes de remociones en masa en el sector oriente de Santiago. Memoria para optar al Título de Geólogo, Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), Gobierno de Chile, Junio 2011. Registro de Propiedad Intelectual N°: 205-409. I.S.B.N.: 978-956-8468-34-7
- Norma Chilena Oficial. Diseño Sísmico de Edificios. NCh433.Of.1996. Instituto Chileno de Normalización y modificaciones 2010 y 2011.
- Gobierno Regional (GORE). Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan Regional de Ordenamiento Territorial. Informe Etapa II. Componente Riesgos. División de Planificación y Ordenamiento Territorial. Diciembre 2012.
-

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA / ABRIL 2021
ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE SAN FERNANDO

INDICE

1. INFRAESTRUCTURA SANITARIA	3
1.1 Coberturas de Agua Potable Urbana y Rural	3
1.2.1 Servicio Urbano de Agua Potable de San Fernando.	3
1.2.2 Servicio Urbano de Agua Potable de Puente Negro.	11
1.2.3 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de San Fernando.	18
1.2 Coberturas de Alcantarillado Urbano y Rural	19
1.2.4 Servicio Urbano de Alcantarillado de San Fernando.	19
1.2.5 Servicio Urbano de Alcantarillado de Puente Negro.	26
1.2.6 Servicios Rurales de Alcantarillado	26
1.3 Planes de Expansión de Servicios Sanitarios	26
1.4 Disponibilidad Hídrica	26
1.5 Aguas Lluvia.	27
1.6 Efectos del Proyecto de Plan Regulador Comunal en la Infraestructura Sanitaria.....	29
1.6.1 Análisis de Evolución de Población.	29
1.6.2 Población de Saturación según proyecto PRC.....	30
1.6.3 Factibilidad de los Servicios Sanitarios ante la Evolución de Población.	33
1.7 Conclusión sobre la Factibilidad de la Infraestructura Sanitaria.	35

1. INFRAESTRUCTURA SANITARIA

El presente documento tiene por objetivo el diagnosticar la condición actual de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario en las localidades con población concentrada en áreas urbanas y en áreas rurales potencialmente urbanas en la comuna de San Fernando, a fin de abordar posteriormente los efectos posibles sobre su desempeño con diferentes alternativas del Estudio de Actualización del Plan Regulador Comunal (PRC) de San Fernando. Para esto se revisa la información disponible sobre tendencias de crecimiento poblacional y sobre los servicios sanitarios existentes, con énfasis en las capacidades de la infraestructura ya disponible, la planificada, y la que pueda ser deficitaria. Adicionalmente se aborda la condición del manejo de aguas pluviales de San Fernando.

Para este trabajo se cuenta con la siguiente información de base:

- Propuesta de trabajo del Consultor Arq. C. Escalante para PRC de San Fernando.
- Actualización Planes de Desarrollo ESSBIO S.A. San Fernando / Diciembre 2013 y Abril 2014.
- Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de San Fernando, VI Región – DOH-MOP –AC Ingenieros Consultores Ltda. 1999.
- Plano Regulador Comunal vigente (31 de diciembre de 1997).
- Ley General de Servicios Sanitarios, DFL MOP 382 (Ley Sanitaria)
- Información disponible en la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- Información de la DOH sobre sistemas de Agua Potable Rural (APR).
- GOOGLE EARTH.
- ORD MINVU 617 de 12 de octubre de 2010

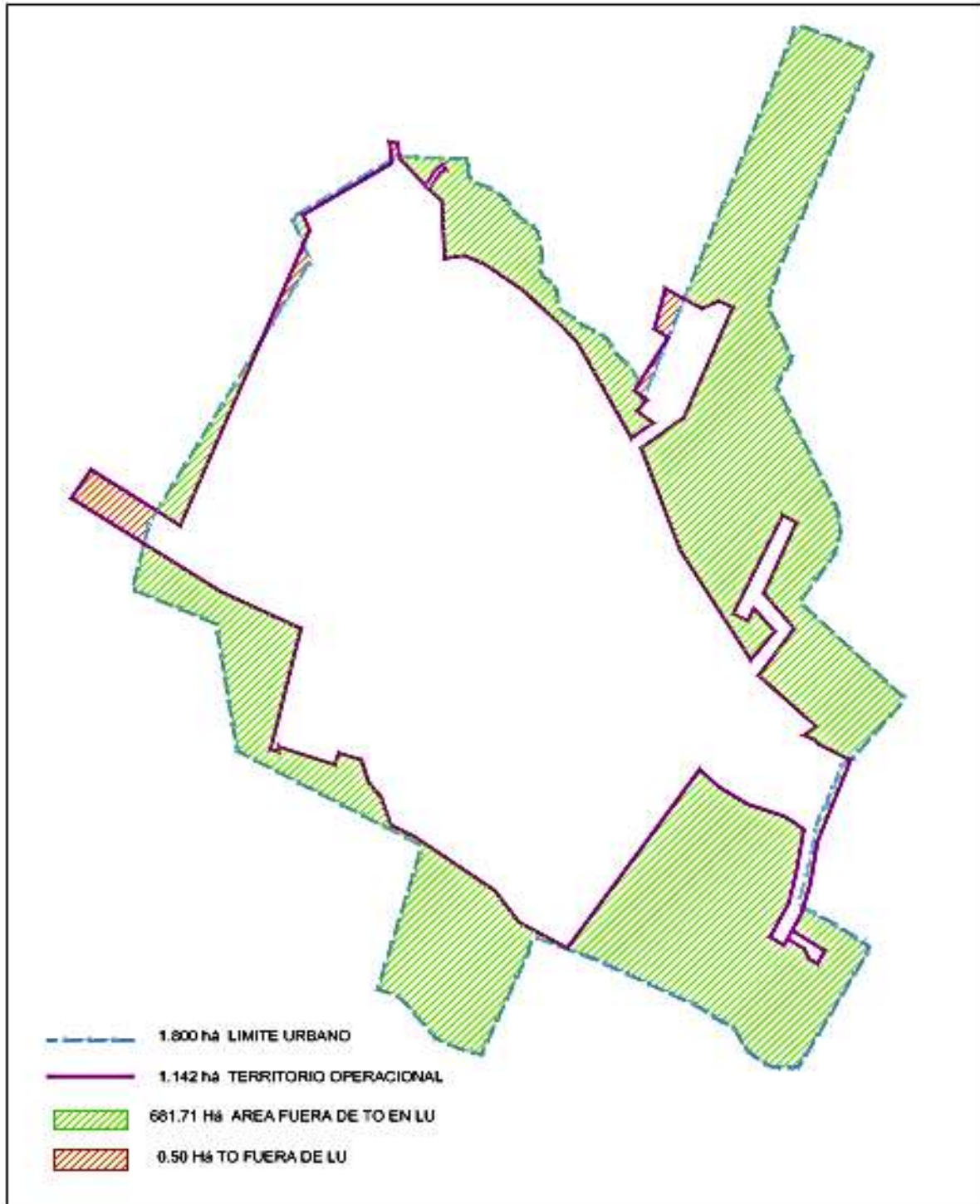
1.1 Coberturas de Agua Potable Urbana y Rural

1.2.1 Servicio Urbano de Agua Potable de San Fernando.

Es un sistema concesionado a la Empresa de Servicios Sanitarios ESSBIO S.A., conforme a la Ley Sanitaria (DFL 382/88), y por tanto ha de cumplir esencialmente los estándares de servicio público según NCh 691 y de Calidad del Agua Potable NCh 409, entre otros, lo que es fiscalizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS. Así, ha de actualizarse quinquenalmente su Plan de Desarrollo (PD), o en cada oportunidad en que se tenga modificaciones sustantivas de su demanda o de su infraestructura física, confrontando las capacidades de esa infraestructura de servicio con las proyecciones de demandas para los siguientes quince años, y comprometer la ejecución de las obras que subsanen eventuales déficit o deterioro para los primeros cinco años de ese período. El área de concesión, que se muestra en la Figura 1 en la página siguiente y la contrasta con el límite urbano actualmente vigente, incluye la más reciente modificación aprobada por la SISS, y corresponde a la siguiente cronología:

- Decreto MOP 1090 de julio de 2001: formaliza concesión a ESSBIO S.A. en San Fernando, Puente Negro y Chimbarongo.
- Decreto MOP 127 de enero de 2013: amplía concesión a Loteo Santa Bárbara, Lotes 2 y 4.
- Decreto MOP 425 de octubre de 2014: amplía concesión a Loteo Pedehue.

Figura 1. Relación de Áreas Urbana y de Concesión Sanitaria en San Fernando.



Fuente: PD San Fernando-ESSBIO, PRC vigente

El TO así definido comprende 1142 Hás, con un 63.4% de cobertura sobre el Límite Urbano vigente. Las figuras en páginas siguientes resumen la configuración del sistema global de agua potable en un esquema operativo de producción y distribución, tal como figuran en el Plan de Desarrollo vigente de ESSBIO S.A. y su modificación derivada de la ampliación de 2014. La demanda estimada a 2026 es de 245.89 l/s. con 5% de pérdidas en producción y 35% en distribución.

- PRODUCCIÓN.

De acuerdo con lo establecido en ese PD para 2014 a 2028 y confirmado por la SISS, San Fernando cuenta actualmente con un dren y seis sondajes de captación de agua subterránea, los que tienen amplio respaldo hidrogeológico y derechos extractivos para sostener su producción actual y con margen para suplir eventuales aumentos de la demanda. La fuente de aguas subterráneas es la amplia cuenca cordillerana del río Tinguiririca, de carácter nivo-pluvial, con escurrimiento superficial permanente y gran caudal que asegura la recarga del acuífero que soporta estas siete captaciones: según el Plan Maestro de Aguas Lluvia de San Fernando (PMALL), para el periodo de retorno de 2 años el caudal máximo de estos cauces es de 550 m³/s en el río Tinguiririca y de 85 m³/s en el estero Antivero; el caudal medio que ingresa desde la cordillera de Los Andes a la depresión del Valle Central está cuantificado en 55 m³/s, lo que da a entender que el flujo subterráneo es de alta seguridad y cuantía. De hecho, el estero Antivero se genera por el afloramiento de esta napa subterránea al oriente de la ciudad.

Tabla 1. Captaciones de Agua Potable de San Fernando

Captación	Estado de uso	UTM Norte	UTM Este	Año Construcción	Capacidad Operativa (l/s)		Q Diseños l/s)	Derechos Agua (l/s)
					SISS	PD ESSBIO		
Sondaje 1473-99	Operativo	6170982.45	316611.69	1999	72	40	82	78
Sondaje 1434-98	Operativo	6171010.33	316684.72	1999	82	78	82	89
Sondaje 410-a	Operativo	6169557.50	319656.96	1996	52	46	52	46
Sondaje 411	Operativo	6169493.17	319577.39	1959	34	18	35	18
Sondaje 1629	Operativo	6169686.64	319694.13	1984	34	36	34	48
Sondaje 1628	Operativo	6169656.04	319595.11	1984	45	50	50	50
Dren Antivero	Operativo	6167992.78	322295.75	1986	47	73.2	75	50
				SUMAS	366	341.2	410	379

Fuente: PD San Fernando-ESSBIO, SISS

En particular las captaciones presentan las siguientes características:

- El dren Antivero está conformado por una colectora de 135 m de longitud y d = 610 mm, y entrega su producción a los estanques Los Aromos.
- Los sondajes más antiguos, 411, 1628, 1629 en el recinto de estanques Los Aromos, captan desde niveles estáticos del orden de 21 a 22 metros de profundidad, y sus longitudes son de 43, 65 y 65 metros, y por su cercanía pueden ver limitada su productividad debido a interferencia mutua; en este mismo recinto el sondaje 410-A, de 120 m de profundidad, está en mejor disposición operativa respecto de los otros tres.

- Los dos sondajes del recinto Los Quilos, 1434-98 y 1473-99, de 120 m de profundidad y con nivel estático del orden de 16 m, están en condiciones operativas de mejor calidad.

La capacidad conjunta de estas captaciones es de 366 l/s, y descontando el sondaje de mayor capacidad con 82 l/s para cuando es objeto de mantenimiento, se tiene una producción asegurada de 284 l/s. La calidad físico química de las aguas no presenta componentes objetables según los parámetros de NCh 409, y su control sistemático tanto en fuentes como en la distribución así lo indica. El agua recibe cloración y fluoruración en las plantas de producción.

- ESTANQUES.

La producción de las captaciones es descargada en los 4 estanques de regulación que suman 5500 m³, emplazados en San Fernando, dos semienterrados de 2000 y 500 m³ en el recinto Los Quilos, y dos elevados de 1000 y 2000 m³ en el recinto Los Aromos. Sus características y cotas de radier y nivel máximo de agua son:

Tabla 2. Características de los Estanques de Agua Potable de San Fernando.

ESTANQUE	TIPO	MATERIA L	VOLUMEN	H TORRE	COTA RADIER	COTA A.MAX.
			m ³	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.
El Quilo 1	Semi enterrado	H. Armado	500	0	324.30	328.80
El Quilo 2	Semi enterrado	H. Armado	2000	0	324.50	330.50
Los Aromos 1	Elevado	H. Armado	1000	12	367.00	374.78
Los Aromos 2	Elevado	H. Armado	2000	13	364.33	373.80

Fuente: PD San Fernando-ESSBIO.

Dado que el área poblada dentro del TO de ESSBIO se extiende entre las cotas 312 y 362 m.s.n.m., y la extensión del área urbana se enmarca entre las cotas 316 y 365 m.s.n.m., prácticamente coincidentes, se puede inferir que el sector de servicio desde Los Aromos podría tener presiones de servicio restringidas en su reciente ampliación en el extremo oriental (Loteo Pedehue), toda vez que la presión no debería ser inferior a 15 m.c.a. Por esta razón se ha reforzado el sistema con una planta presurizadora para los caudales del recinto El Quilo, con capacidad de impulsar 120 l/s con una altura manométrica de 50 m.c.a. En cuanto a las presiones máximas que no debiesen exceder de 60 m.c.a., esto se cumple a cabalidad gracias al empleo de estaciones reductoras de presión. En términos de planificación urbana, puede pensarse que expansiones al oriente del área urbana podrían requerir complementación del sistema de estanques en sectores de mayor cota.

- DISTRIBUCIÓN.

San Fernando contaba en 2013 con 5500 m³ de estanques y alrededor de 137 km de red de distribución de agua potable sobre su Territorio Operacional, con 19455 arranques domiciliarios, y cuenta con cinco estaciones reductoras de presión para evitar presiones sobre la norma. La cobertura espacial de servicio en el TO es del 100% en la actualidad. Se puede apreciar que el TO, al ocupar un porcentaje reducido del área enmarcada por el Límite Urbano, presenta un amplio potencial de desarrollo en extensión en San Fernando. Se muestra a continuación la composición de la red clasificada por

diámetros y materiales de cañerías; se aprecia que hay un 33% de cañerías de asbesto cemento, de las cuales buena parte ya debe estar sobrepasada en su vida útil, y probablemente es responsable de las elevadas pérdidas declaradas, del orden de 40%. Es notable la proporción de cañerías entre 50 y 75 mm de diámetro, cuya aplicación está restringida por la actual normativa solo a 75 mm y en condiciones limitadas. Se tiene una densidad de 9.1 m/arranque.

Tabla 3. Composición de la Red de Agua Potable de San Fernando (metros).

DIAMETROS	ASBESTO/CEM	PVC	ACERO	HDPE	OTRO	TOTAL
50	317.7				265.4	583.1
63		138				138
75	18904.3	20625.2	4.7	131.2	3259.3	42924.7
90		1136				1136
100	24426.9	0	3.8		5130.3	29561
110	78.7	52806.6		14865.4		67750.7
125	55.7	442				497.7
140		989.6				989.6
150	9170.7	0	166.5		2336.1	11673.3
160	135.5	3888.7		30.8	0	4055
200	4294	6800.7		1531	423.2	13048.9
250	434.7					434.7
300	453.7				2708.2	3161.9
315				1004		1004
500			35.8			35.8
	58271.9	86826.8	210.8	17562.4	14122.5	176994.4

Fuente: PD San Fernando-ESSBIO.

- ANÁLISIS DE DEMANDAS Y COMPONENTES DEFICITARIOS

Se detecta mediante balance de capacidades/demandas proyectadas por la concesionaria que no se presentan deficiencias futuras tanto en las fuentes de abastecimiento como en la infraestructura de agua potable, y el plan de inversiones quinquenales se limita a refuerzos y recambio de redes por obsolescencia.

Tabla 4. Proyección de Población y Demandas Críticas sobre Sistema de A. Potable de San Fernando.

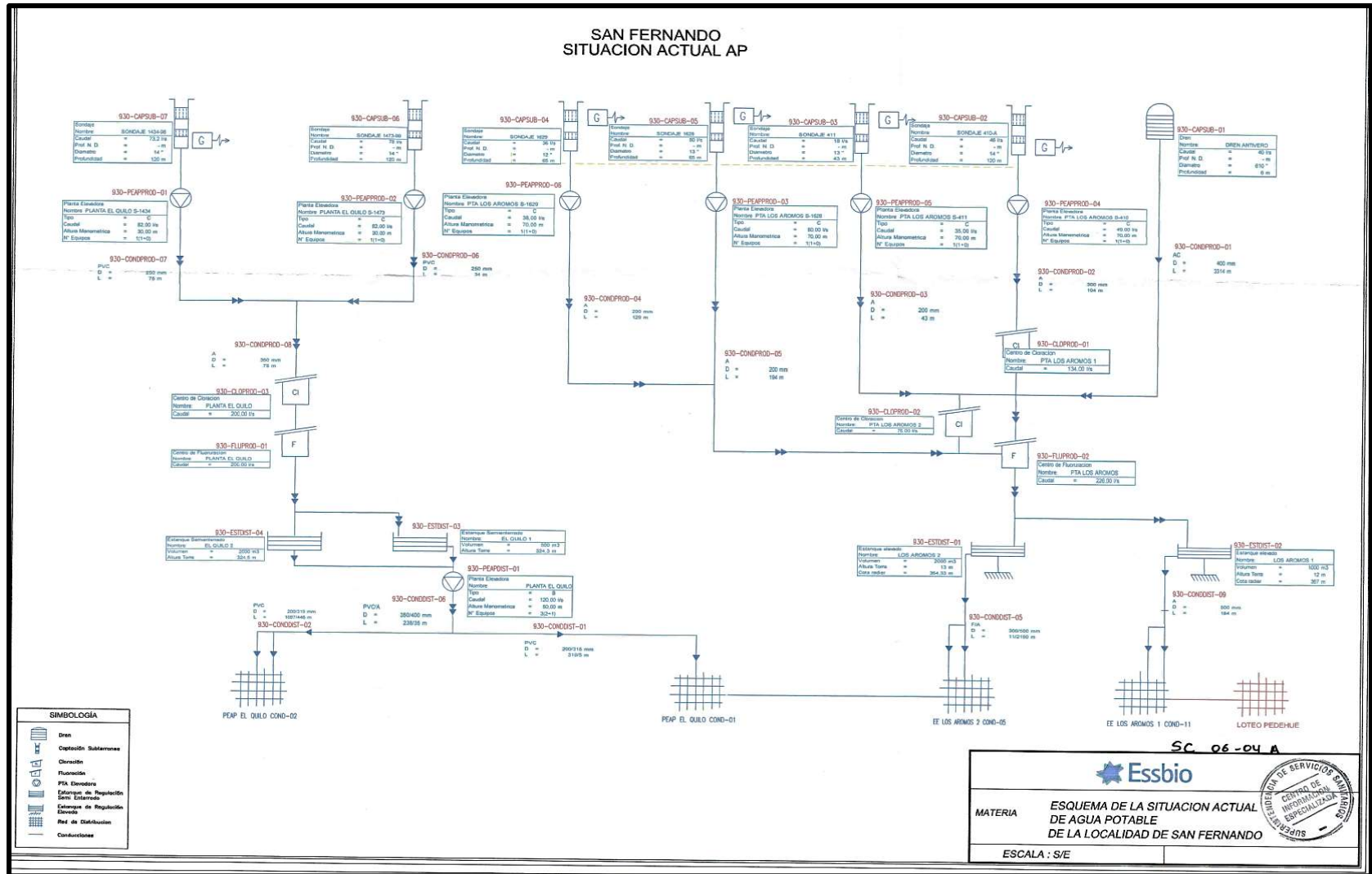
AÑO	POBLACION	QMD (l/s)	VOLUMEN ESTANQUE (m3)
2013	57949	230.84	4697
2018	60639	236.99	4821
2023	61736	243.32	4948
2028	61736	245.89	5000

Fuente: PD San Fernando-ESSBIO.

Claramente se explica esta condición de suficiencia en que la versión 2014 del PD proyecta el crecimiento de la población de San Fernando hasta 2028 con tasa del 0.42 % anual, y asume la variación de las demandas de agua potable prácticamente con igual porcentaje.

Este Diagnóstico concluye que el servicio de agua potable urbano de San Fernando en el área concesionada a ESSBIO es estructuralmente robusto en cuanto a capacidades actuales y sus capacidades futuras, sin requerir expansiones de capacidad en los próximos 15 años; la calidad de las fuentes de agua subterránea es buena conforme a las exigencias de la norma chilena NCh 409; esta calidad está asegurada ante eventuales episodios volcánicos cercanos, a diferencia de lo que ocurrió con las fuentes superficiales afectadas por cenizas, arena y aluviones tras erupciones recientes en otras localidades (volcanes Calbuco, Chaitén). La profundidad de los pozos, entre 43 y 120 metros, respecto del nivel freático que se ubica entre 15 y 34 metros, asegura un buen resguardo para su operación ante condiciones de sequía severa como la reciente. Un aspecto importante es el elevado nivel de pérdidas reportado en el PD a 2015, dado por la diferencia entre volúmenes de producción y de facturación, que se ha asumido prácticamente constante entre 2014 y 2028, con 40%; estas cifras representan un desperdicio de energía eléctrica y de recursos de cloro y flúor, desgaste de equipos, así como una reducción en el horizonte de servicio de los componentes de servicio. Considerando que idealmente estas pérdidas no deberían exceder del 15%, es aconsejable invertir en medidas para rebajar ese nivel de pérdidas. El manejo de las aguas servidas de San Fernando es adecuado en relación con la salvaguardia de las fuentes de captación, con el transporte que las despacha a la planta de tratamiento muy distante del área poblada y de la zona de recarga del acuífero fuente, y la disposición final aún más distante, como se aprecia en la Figura 9-b en el punto que aborda el sistema de alcantarillado; se preserva así tanto las fuentes de agua potable como la condición ambiental de la ciudad. Un aspecto importante en términos de planificación urbana es la condición de suministro de agua potable en las 682 Hás urbanas actualmente excluidas del TO concesionado a ESSBIO, aunque la baja tasa de crecimiento de la población apunta a un lento desarrollo habitacional, y la amplia disponibilidad hídrica permite asegurar que, de ser necesario, no habría dificultad técnica ni administrativa en ampliar el servicio público a nuevas urbanizaciones.

Figura 2. Esquema del Sistema de Agua Potable de San Fernando.



Fuente: PD San Fernando-ESSBIO.

Figura 3. Vistas de los Estanque de Agua Potable en San Fernando

3.1. Recinto Estanques Loa Aromos



3.2. Recinto Estanques Los Quilos



Fuente: GOOGLE EARTH

1.2.2 Servicio Urbano de Agua Potable de Puente Negro.

El Decreto MOP 1090 de julio de 2001 incorpora en la concesión a ESSBIO S.A. en la región de O'Higgins y comuna de San Fernando a la localidad de Puente Negro, por lo que a esta le rigen las mismas condicionantes de la ley sanitaria ya señaladas para San Fernando. El Plan de Desarrollo respectivo ha sido actualizado en diciembre de 2013. El área de concesión, que se muestra en la Figura 4 en la página siguiente, comprende 117.6334 Hás de TO calculadas en función de las coordenadas de los vértices publicadas, aunque el PD indica solo 113.66 Hás; se acompaña la imagen de Google Earth y la información de la SISS sobre este mismo TO, la que señala la dotación de grifos de incendio en el entorno con cobertura que excede el TO: se desprende que hay un potencial importante de expansión de la concesión.

- DEMANDA DE AGUA POTABLE.

La proyección de demandas de producción de agua potable asume una cobertura de 100% desde el año 2012, con 1153 habitantes y dotación de consumo de 160,47 l/hab/día, a los que se adiciona 5% de pérdidas en producción y 42% en distribución, para obtener 291 l/hab/día de producción; estos valores de pérdidas son excesivos. A partir de 2020 se asigna una estabilización de la población en 1238 habitantes y una dotación de consumo levemente decreciente hasta 153 l/hab/día en 2020, para repuntar hasta 155.7 l/hab/día en 2027; este comportamiento podría explicarse si en 2020 se instalara servicio de alcantarillado, hoy inexistente.

Tabla 5. Proyección de Población y Demandas de Producción de A. Potable de Puente Negro.

AÑO	2012	2017	2022	2027
POBLACIÓN	1150	1206	1238	1238
DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	160.3	155.5	154.1	155.7
Q MAXIMO DIARIO (l/s)	7.00	7.12	7.25	7.32

- PRODUCCIÓN.

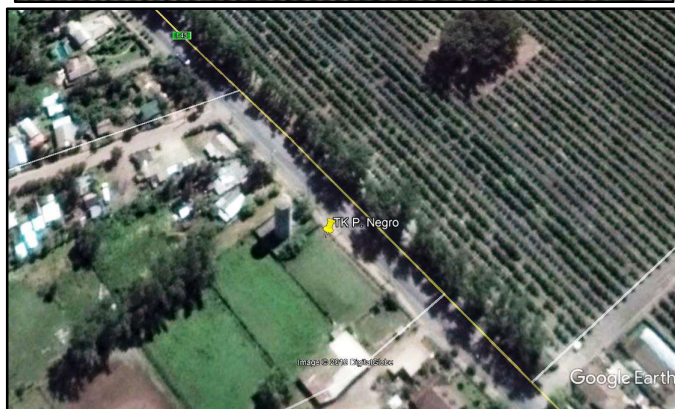
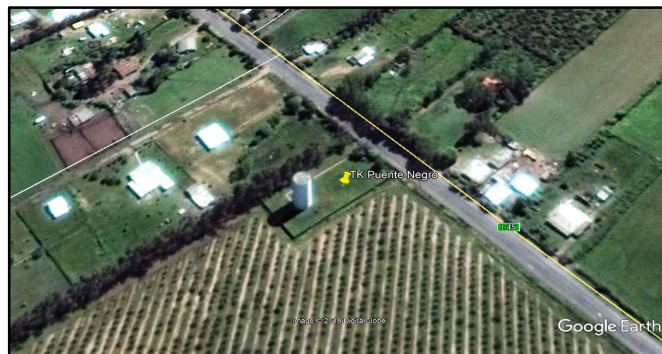
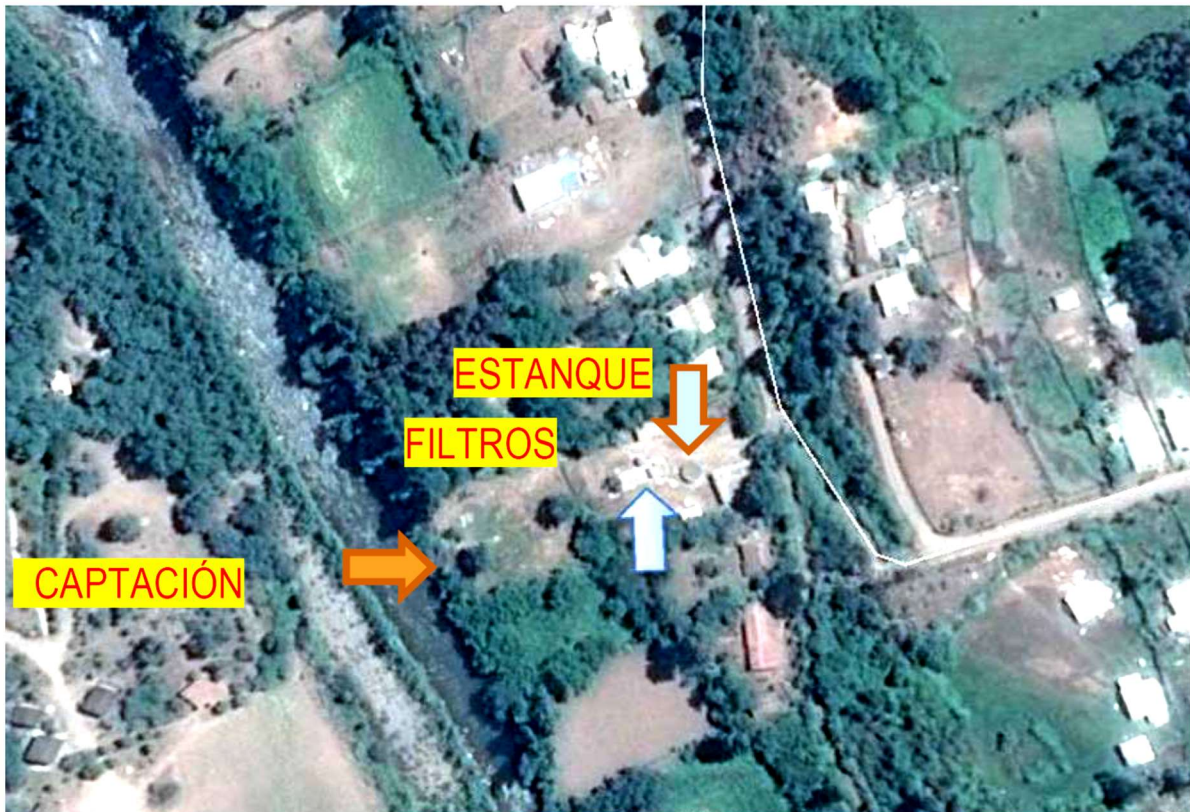
Según indica el PD actualizado en 2013 con planificación para 2014 a 2028 se cuenta actualmente en el sector Bajo Vargas con una captación superficial mediante barrera en el río Claro, con derechos de extracción de 30 l/s pero 16 l/s de capacidad de explotación; una planta elevadora impulsa 12 l/s de agua cruda hasta la planta de filtros en presión adyacente y que ha reemplazado a los filtros lentos primitivos, cumpliendo la normativa de tratamiento de potabilización por filtración en toda agua de origen superficial, que se complementa con desinfección por cloración y fluoruración. El agua tratada es almacenada en el estanque semienterrado Bajo Vargas, de 100 m³, comprendido en la etapa de Producción. El PD señala en su Catastro que se cuenta con una noria de respaldo de la producción, con 26 l/s de capacidad.

- DISTRIBUCIÓN.

Una planta elevadora con capacidad para 10 l/s y 65 m.c.a. de altura de elevación impulsa el agua producida hasta el sistema de distribución, que cuenta con dos estanques elevados de cabecera de tres sectores de red. El primer sector de redes se abastece desde el estanque El Llano de 100 m³ de capacidad, que se emplaza adyacente a la Ruta I-45; desde este estanque se surte la planta elevadora que eleva hasta 12 l/s con 30 m.c.a. de altura manométrica hacia el segundo estanque denominado Camino Internacional, distante 1 km hacia el oriente, y con alimentación a un segundo sector de redes en camino desde la impulsión. Este segundo estanque es de 300 m³ de capacidad, y sirve al tercer sector de redes. El PD indica la existencia de 2 clientes acogidos al Art. 52 bis de la ley sanitaria, con 3 habitantes y demanda de 0.03 l/s de QMD, lo que es irrelevante para esta planificación.

Las redes de distribución informadas a 2012 indicaban que se contaba con 15535 m de redes con diámetros entre 75 y 200 mm, con 2777 m de asbesto cemento, 9950 m de PVC, y 2793 m de HDPE, más 15 m de acero; la existencia de 1/3 de la red con d=75 mm es objetable, al igual que un 15% de asbesto cemento, cuya vida útil ha de estar próxima a su término y bien puede ser origen de las elevadas pérdidas en la distribución. Se tenía conectados a esa red 613 arranques de agua potable, con diámetros entre 13 y 100 mm, lo que promedia 25.3 m de red por arranque y señala una alta dispersión de los predios con conexión, y un alto potencial de densificación.

Figura 4. Recinto de Captación, Planta de Tratamiento y Estanques.



Fuente: Elaboración propia en base a GOOGLE EARTH

Figura 5. Territorio Operacional Concesionado en Puente Negro.

Fuente: Plan de Desarrollo Puente Negro

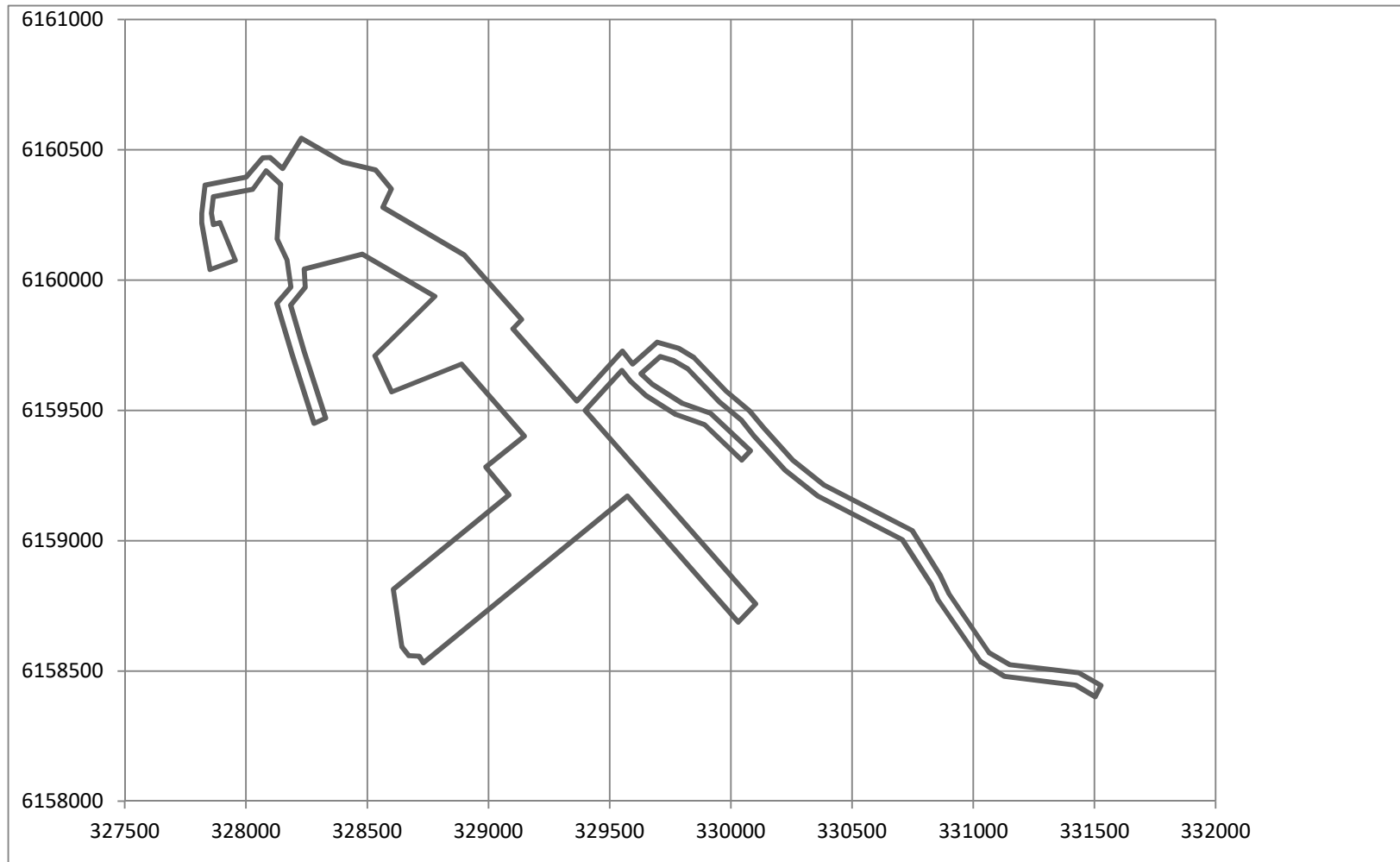
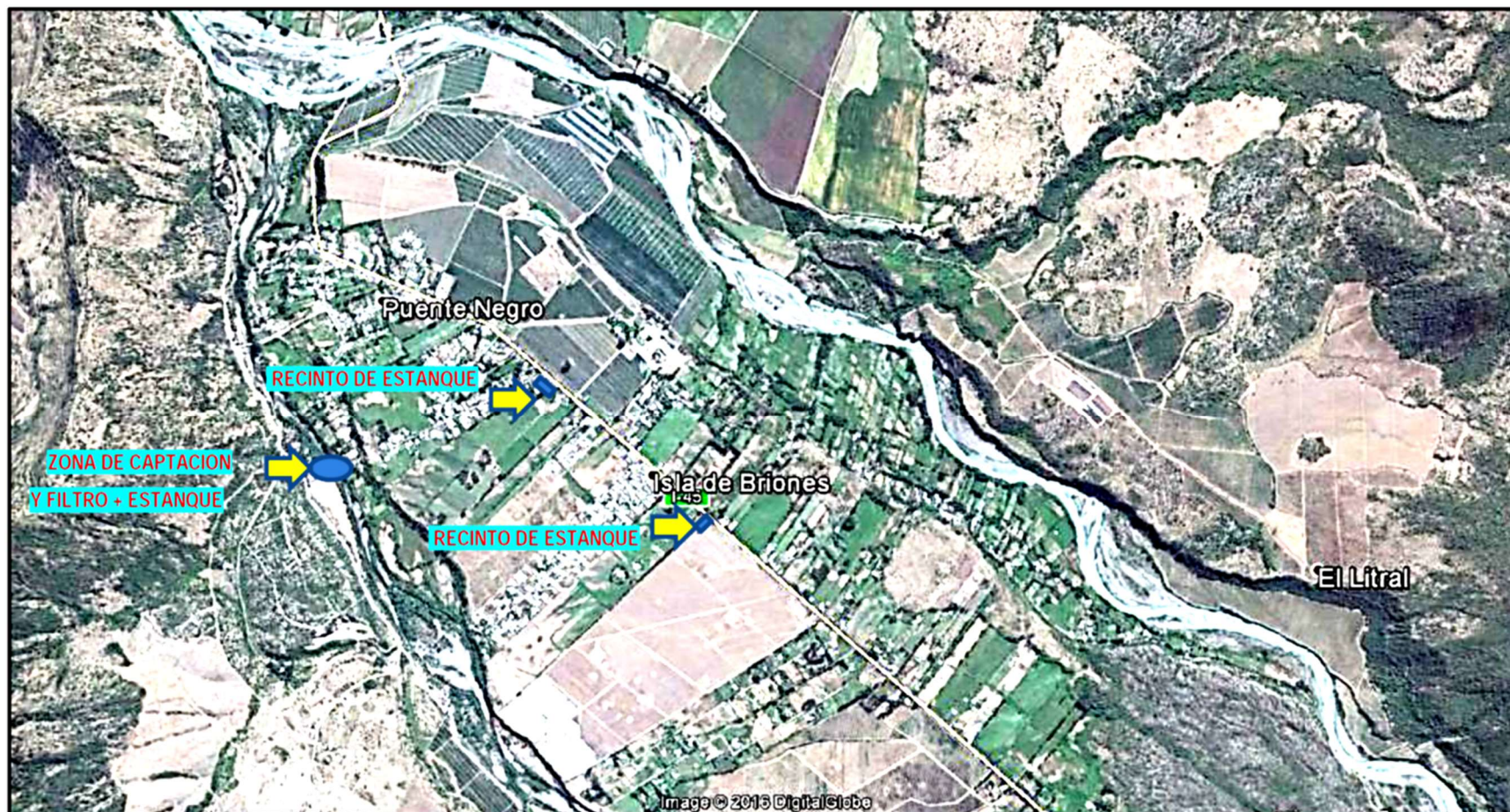


Figura 6. Territorio Operacional en Puente Negro más Emplazamiento de Grifos Existentes.



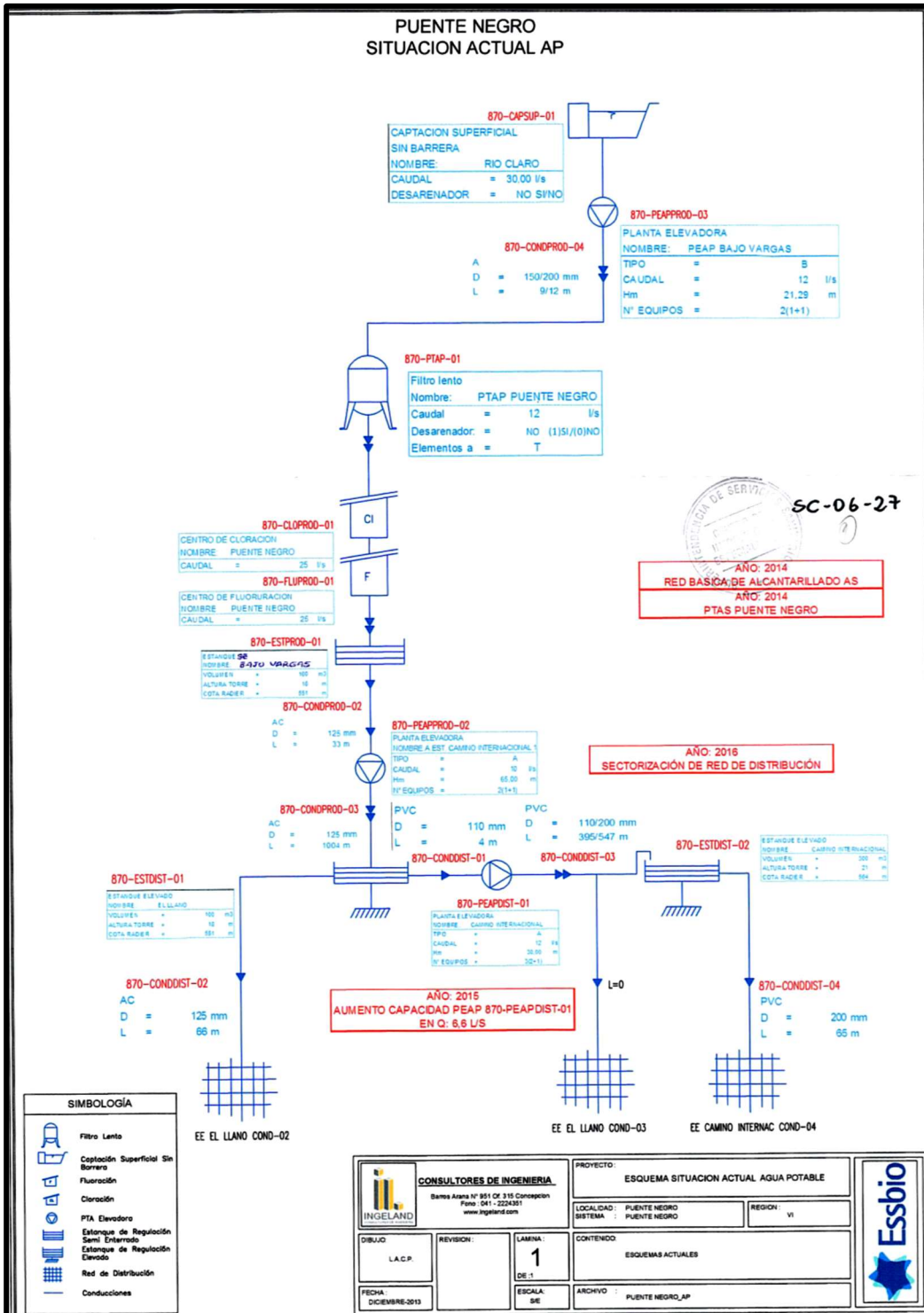
Fuente: SISS- Plataforma Geonodo

Figura 7. Imagen Satelital de Puente Negro: Emplazamiento de Infraestructura.



Fuente: GOOGLE EARTH

Figura 8. Esquema de la Infraestructura de Agua Potable.



Fuente: Plan de Desarrollo de Puente Negro.

1.2.3 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de San Fernando.

Según se informa por la DOH, la comuna cuenta con 11 sistemas de APR activos, los que son administrados por sus respectivos Comités de APR, con el apoyo para gestión de proyectos, asesoría y asistencia técnica de ESSBIO S.A., y el concurso de la DOH/MOP para su desarrollo. Tienen interés para este estudio las localidades con potencialidad para devenir en centros urbanos, por lo que su evolución se resume en la Tabla N° 6, en datos referidos a 2005 a 2016 reportados por la DOH y complementados por los Comités de APR para la condición actual.

Tabla 6. Evolución de los Servicio de APR en la Comuna de San Fernando

AÑOS			2005	2005	2010	2010	2016	2016
APR	Año Puesta en Marcha	Financiamiento	Población Abastecida	N° de Arranques	Población Abastecida	N° de Arranques	Población Abastecida	N° de Arranques
Agua Buena	1970	BID 74/TF-	1502	313	1637	424	2112	528
Tres Puentes	1970	BID 74/TF-	350	73	302	78	512	128
Angostura	1981	BID II	2002	417	1823	503	2620	655
Roma Los Lingues	1981	ISAR-MOP	590	123				
Roma - San José de los Lingues	1981	BID II	1814	378	1460	378	2732	683
Polonia	1987	BID IV	1800	375	1838	476	2312	578
Roma Arriba - La Marina	1987	BID IV	1584	330	1788	463	2620	655
Talcaehue	1987	BID IV	1642	342	1768	458	2240	560
La Paloma	1999	ISAR-MOP	706	147	653	169	892	223
Roma Los Lingues a Los Baños	2004	ISAR-MOP	350	70				
El Carmen de Los Lingues	1999				533	138	892	223
Las Peñas - El Llano	2015						952	238

Fuente: DOH/MOP

Se verifica así un aumento significativo de la estimación de población servida por APR entre 2005 y 2016, pasando dese 12340 a 17884 habitantes, lo que confirmaría que la expansión de la población mantiene un ritmo elevado, superior a los promedios nacionales, regionales y locales; esto podrá ser confirmado cuando se tengan cifras censales definitivas de 2017. La infraestructura física se resume a continuación, lo que podría incidir a futuro para que puedan ser consideradas como posibles para devenir en urbanas.

- AGUA BUENA. El servicio es presidido por don Jaime Arenas; cuenta con dos sondajes, uno fuera de servicio, y el operativo tiene regularizados sus derechos de agua; alimenta a tres estanques elevados metálicos de 25, 40 y 100 m³ de capacidad.
- TRES PUENTES. Está encabezado por doña Raquel Briones, y se abastece de un sondaje en servicio y tiene otro en desuso, sin regularizar los derechos de extracción. La regulación está en único estanque elevado de 50 m³.
- ANGOSTURA. Dispone de un sondaje de captación de aguas subterráneas con entrega a dos estanques metálicos elevados de 100 m³ cada uno; los derechos de agua están regularizados. La dirección del servicio la ejerce don Carlos Henríquez.
- ROMA- LOS LINGUES. Figura en la DOH solo en la información de 2005.
- ROMA – SAN JOSE DE LOS LINGUES. . Hay dos sondajes de captación con solo uno operativo que surte a dos estanques elevados de 75 y 100 m³, metálicos. Los derechos de agua están inscritos. La dirección de este servicio la ejerce don Carlos Guzmán.
- UNION POLONIA – MIRAFLORES. Este conglomerado está a cargo de doña María Teresa Flores, y cuenta con dos sondajes en servicio, con sus derechos en regla. La regulación la proveen dos estanques metálicos elevados de 75 y 100 m³ de capacidad.
- ROMA ARRIBA - LA MARINA. El sistema es dirigido por don Francisco Contreras, y se abastece desde dos sondajes cuyos derechos no están regularizados. Hay dos estanques elevados de 100 m³ cada uno.
- TALCAREHUE. Lo dirige don Santiago Rivadeneira, y tiene como fuente dos sondajes en servicio, sin derechos regularizados. la regulación está formada por dos estanques elevados de 25 y 50 m³ más uno de hormigón semienterrado de 100 m³.
- LA PALOMA. Tiene un único sondaje en servicio con sus derechos en regla, el que descarga a un estanque metálico elevado de 40 m³. El servicio es dirigido por don Francisco Contreras.
- ROMA LOS LINGUES A LOS BAÑOS. Este APR solo figura informado en 2005.
- EL CARMEN DE LOS LINGUES. Solo figura a partir de 2010, por lo que bien podría ser la extensión o anexión de alguno de los sistemas informados solo en 2005. Se abastece desde un sondaje con sus derechos en regla, y cuenta con un estanque semienterrado de hormigón armado de 100 m³ de capacidad. La dirección la ejerce doña Marisol Valenzuela.
- LAS PEÑAS - EL LLANO. Está a cargo de don Florencio Martínez, y se abastece desde una combinación de noria y dren que cuenta con derechos de agua provisorios de explotación. Un estanque metálico elevado de 75 m³ provee la regulación.

1.2 Coberturas de Alcantarillado Urbano y Rural

1.2.4 Servicio Urbano de Alcantarillado de San Fernando.

El sistema de alcantarillado de San Fernando cuenta con el esquema detallado en la figura 9 siguiente, que 7 sectores de recolección con 18010 Uniones Domiciliarias a la fecha del catastro de 2012; la red de

recolección conformada por cañerías de 75 a 800 mm de diámetro comprendía 125247 m de desarrollo, promediando casi 7 m por UD y representando una alta densidad de conexiones. 4 sectores de recolección operan en forma gravitacional, y 3 de ellos son del tipo separado y uno es unitario; los otros 3 sectores concurren a la Planta Elevadora Nor Poniente, con capacidad para 82 l/s de elevación a 6 m.c.a., y cuya descarga se integra a la de los sectores gravitacionales. El total de las aguas servidas confluye a la Planta Elevadora San Fernando, en la etapa de disposición, con capacidad de elevación de 200 l/s a 13 m.c.a., la que descarga a la Planta de Tratamiento que opera mediante lodos activados. Esta planta tiene capacidad hidráulica de 116.4 l/s y su capacidad de tratar la carga orgánica es de 3026 kg/día. El efluente tratado es descargado al estero Antivero con un corto recorrido por canal.

La cobertura detallada en el PD señala un 95.4% en 2012 y una proyección al 95.8% en 2026, lo que se refleja en las figuras 10^a y 10b que muestran sectores al nor oriente y sur poniente del TO sin servicio concesionado de alcantarillado público; la tabla siguiente indica las demandas globales sobre el sistema de alcantarillado.

Tabla 7. Evolución de la Demanda de Servicio de Alcantarillado en San Fernando

AÑO	2012	2017	2022	2027
COBERTURA (%)	95.4	95.7	95.8	95.8
POBLACIÓN SERVIDA	54611	57474	59124	59124
Q MEDIO DIARIO l/s)	116.87	119.53	122.79	122.92
Q MAXIMO DIARIO l/s)	221.62	228.75	233.16	233.45

Fuente: Plan de Desarrollo

Los caudales de aguas servidas incluyen un margen de ingreso de infiltración de aguas subterráneas y de aguas lluvia del orden de 30 l/s y que se asume constante en el período de análisis.

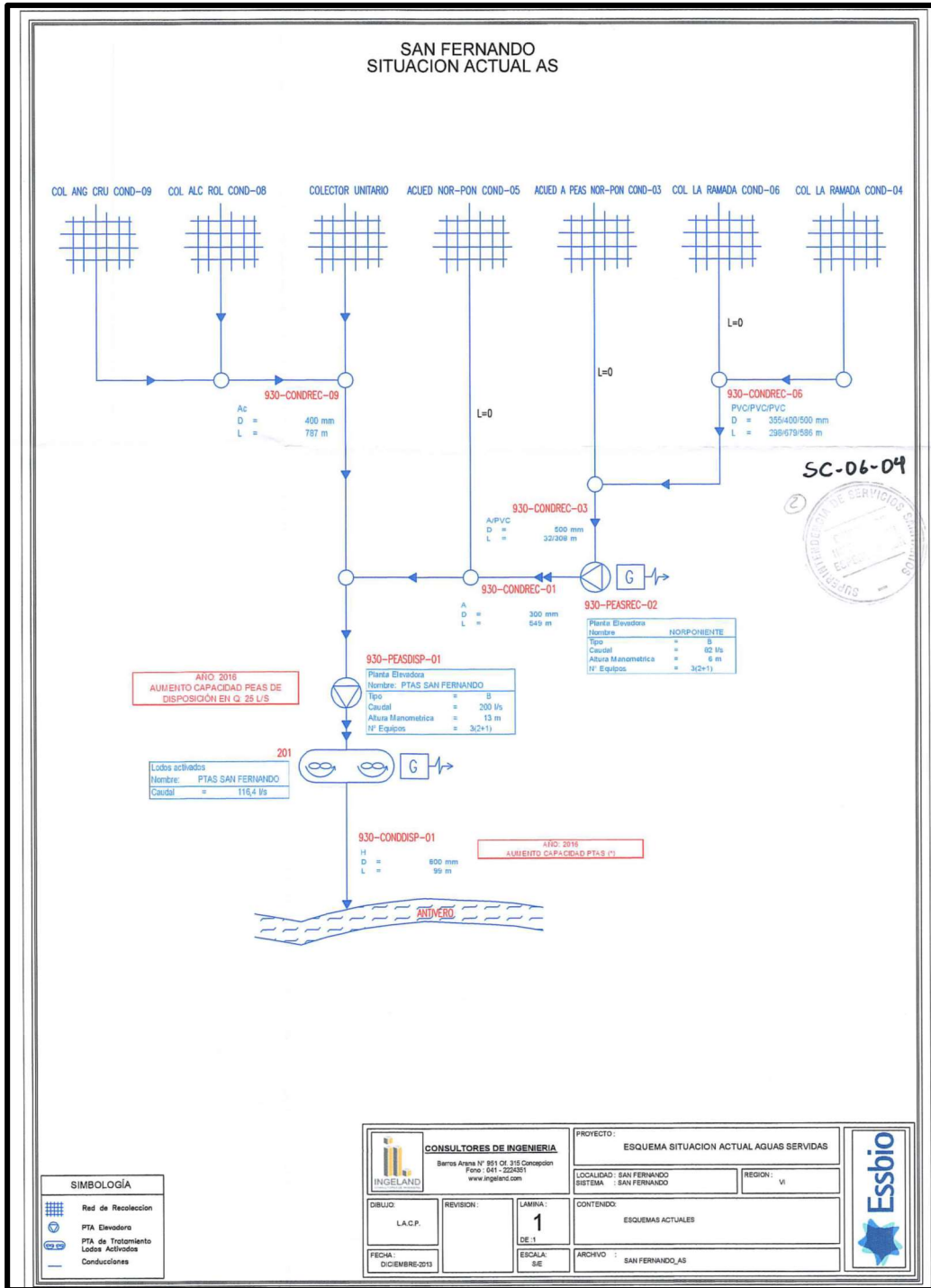
El PD establece en su balance de oferta/demanda que el sistema de agua potable es suficiente en la etapa de producción, y requiere solo 1078 m de refuerzos de cañerías en la etapa de distribución, que se complementan con reposición de 4212 m de cañerías por término de vida útil. En el sistema de alcantarillado solo se considera reposición de 904 m de colectores en la etapa de recolección, más el incremento en la etapa de disposición para la capacidad hidráulica de la Planta Elevadora San Fernando desde 200 a 225 l/s, y de la Planta de Tratamiento en 7.2 l/s; la capacidad de tratamiento biológico es suficiente durante el período analizado. La información sobre cumplimiento de estándar de tratamiento según DS 90 indica 100% de cumplimiento en 2016, hasta noviembre, última cifra disponible.

No obstante las conclusiones del PD, el Plan Maestro de Aguas Lluvia (PMALL) de San Fernando hace presente que los colectores unitarios presentan su capacidad hidráulica próxima al límite solo para las demandas de aguas servidas, por lo que se generan condiciones de escurrimiento en presión para tormentas desde 2 años de período de retorno. Esta apreciación del PMALL se funda en el historial de

precipitaciones disponible durante su ejecución, y bien puede variar por los efectos del cambio climático en desarrollo, que apunta a que las tormentas futuras podrán ser más espaciadas y de intensidades mayores. Dado que el PMALL planifica las soluciones para la normalización de la recolección y disposición de los caudales pluviales, esta insuficiencia ha de ser temporal, mientras se aborda la construcción de las obras presupuestadas. Ha de tenerse presente que las demandas sanitarias de flujo ocurren en la época estival, mientras las demandas de flujo pluvial se producen en otoño e invierno, por lo que no debiera haber superposición significativa de caudales extremos. Adicionalmente, el programa de reposición de colectores obsoletos ha de incidir en algún menor caudal de infiltración foránea a las redes, liberando capacidades.

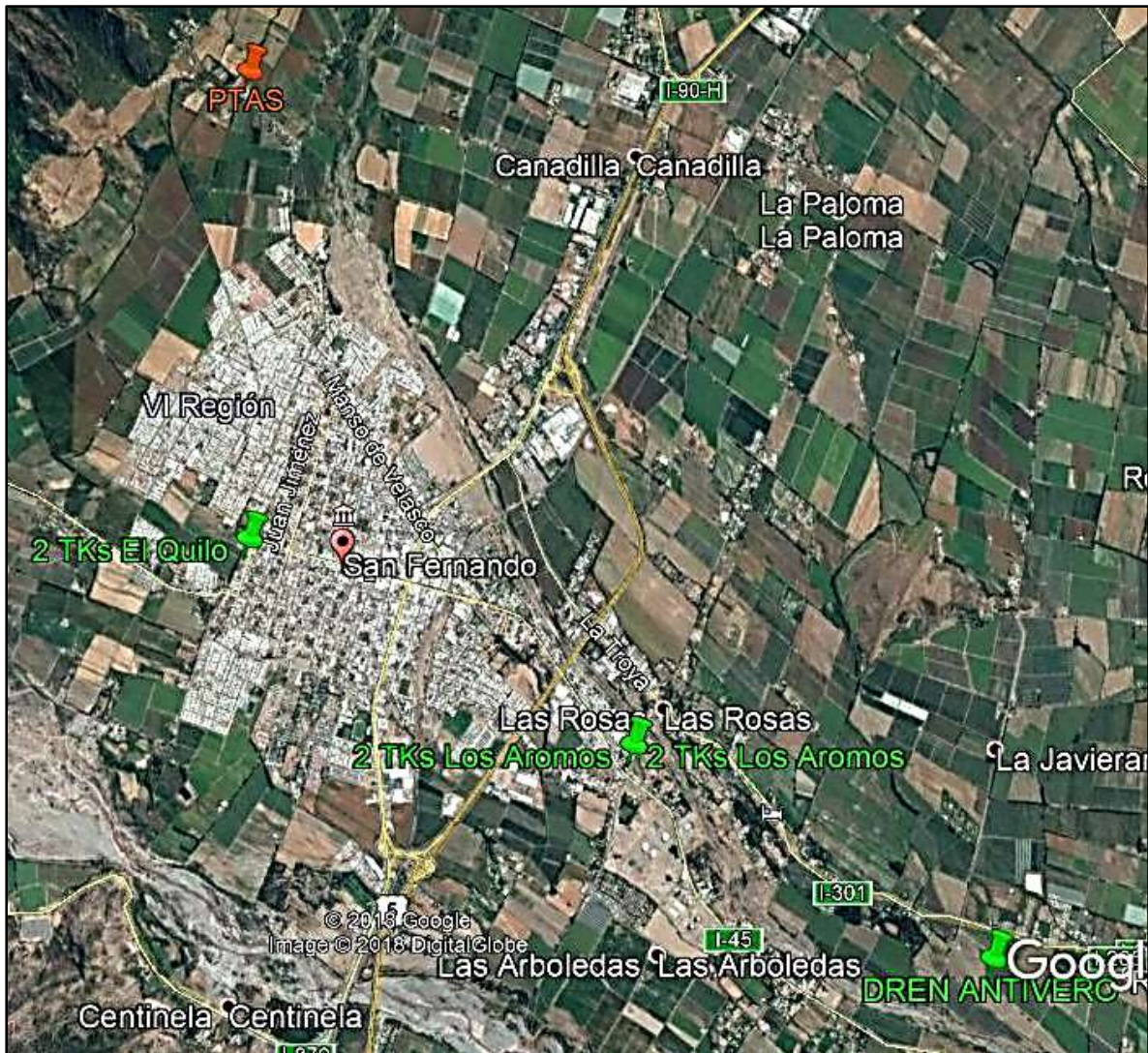
Se puede concluir así que este sistema de alcantarillado sanitario opera en forma razonablemente satisfactoria, resguardando en forma apropiada un entorno sensible, con capacidades marginales disponibles y suficientes para soportar eventuales mayores cargas de servicio provenientes de aumentos de la cobertura espacial o de mayor ocupación de suelo en los terrenos no desarrollados al interior del TO, e incluso posibles avances de ese TO sobre mayores extensiones disponibles en el límite urbano actual o sus futuras modificaciones,

Figura 9-a. Esquema del Sistema de Alcantarillado de San Fernando.



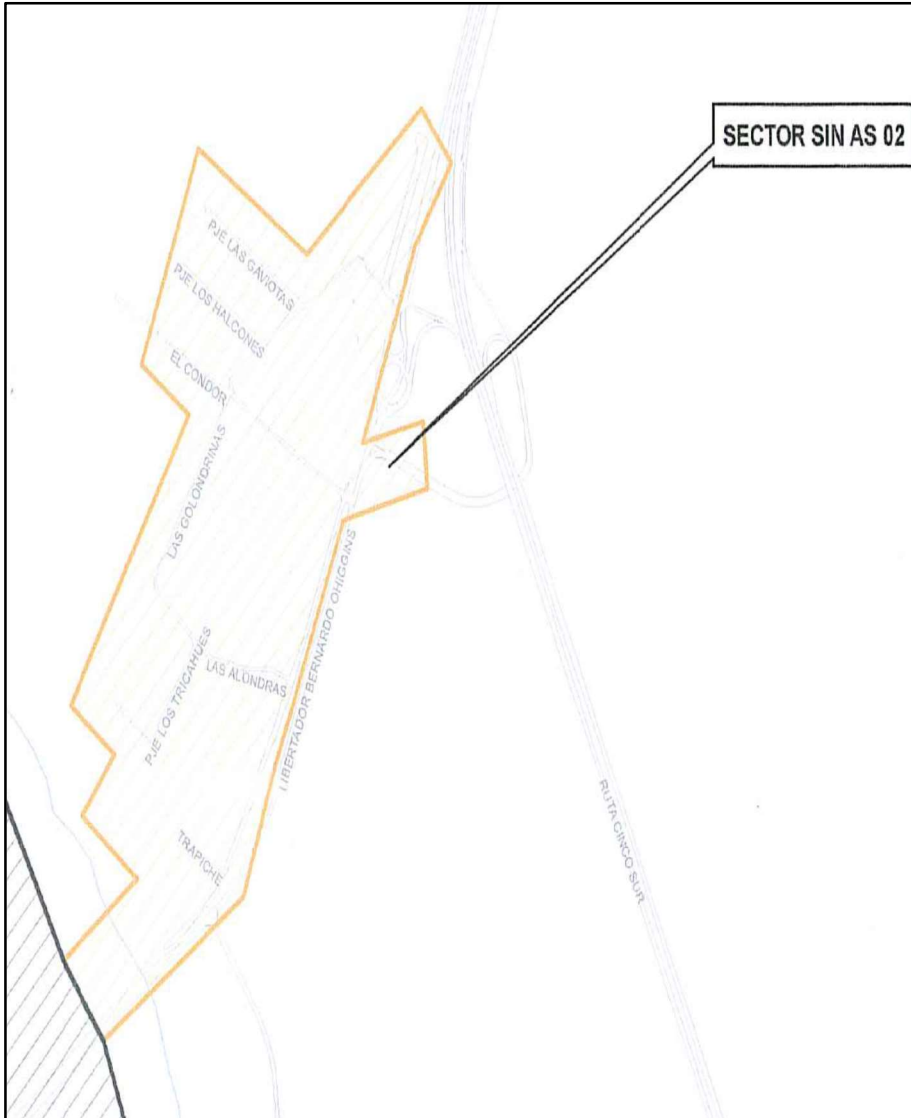
Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO.

Figura 9-b. Relación de Sistemas de Agua Potable y de Alcantarillado de San Fernando.



Fuente: GOOGLE EARTH

Figura 10.b Detalle de Área 2 sin Cobertura de Alcantarillado en San Fernando.



Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO.

1.2.5 Servicio Urbano de Alcantarillado de Puente Negro.

Esta localidad carece de servicio público de alcantarillado, y el PD lo tenía indicado para 2014, pero a esta fecha, 2018, no está disponible.

1.2.6 Servicios Rurales de Alcantarillado

Según información al año 2012 del Dirección de Desarrollo Regional del Ministerio del Interior, en la comuna de San Fernando no se registraban sistemas de alcantarillado en el sector rural..

1.3 Planes de Expansión de Servicios Sanitarios

En conformidad con la Ley Sanitaria, los servicios sanitarios concesionados deben evaluar cada cinco años la evolución de las demandas probables en su Territorio Operacional (TO) y contrastarlas con las capacidades de servicio de su infraestructura en un horizonte de 15 años; en caso de detectarse situaciones deficitarias, ha de planificarse las obras necesarias para sobrellevar las carencias previsibles, y establecer un calendario de ejecución de obras que deban entrar en servicio en el primer quinquenio del período de análisis, cuyo cumplimiento es vigilado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Las áreas urbanas no incluidas en el TO escapan a la responsabilidad de los concesionarios de prestación obligatoria de los servicios sanitarios, y en estos casos son los interesados en los desarrollos urbanos quienes han de abordar la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado, para lo cual se cuenta con las siguientes posibilidades:

- 2 Gestionar la expansión del TO concesionado más próximo.**
- 3 Requerir servicio desde la concesión más próxima mediante el Art 52 bis de la ley sanitaria bajo la modalidad no regulada de la prestación.**
- 4 Solicitar una nueva concesión sanitaria a la SISS en el área de interés.**
- 5 Desarrollar sistemas particulares de agua potable y alcantarillado según las disposiciones de la autoridad de salud regional.**

Para las áreas rurales con servicios de APR la expansión queda sujeta a la decisión de la administración local del servicio, la que puede requerir el concurso de la DOH del MOP para eventuales expansiones de la infraestructura necesaria para atender los nuevos territorios o su densificación.

1.4 Disponibilidad Hídrica

Los sistemas de agua potable de la comuna de San Fernando, con la excepción de Puente Negro, se surten exclusivamente de las fuentes subterráneas habilitadas en los rellenos locales que son favorables por su productividad y con recarga asegurada por el régimen de alta pluviosidad de la zona. Las aguas tienen origen nival y pluvial para la recarga de los acuíferos y el curso superficial

del río Claro explotados tanto en San Fernando como en Puente Negro y los sistemas de APR, lo que les imparte cierta constancia en caudales a lo largo de años hidrológicamente normales. Así, aun cuando Chile viene experimentando un período con una marcada reducción de precipitaciones líquidas y sólidas que ha redundado en un creciente déficit de disponibilidades de agua incluso en el sur normalmente lluvioso, la profundidad de los sondajes y los niveles de instalación de bombas les permite operar sin contratiempo ante eventuales descensos de los niveles freáticos. Este fenómeno bien podría ser circunstancial y recuperarse la normalidad en algún tiempo, o ser de carácter permanente, como sería el caso si se confirma la tendencia de “Cambio Climático” en desarrollo; este cambio tendría su origen en el calentamiento global de la atmósfera y los mares por el desbalance y aumento de gases con efecto invernadero (CO₂, CH₄), con incremento de la cubierta de nubes en zonas tropicales y su avance hacia latitudes sub tropicales, con mayores precipitaciones y liberación de aire cálido y seco que asciende para descender posteriormente sobre las fajas desérticas en torno a los trópicos de Capricornio por el sur y de Cáncer por el norte. En general, se desplazarían así hacia los polos los diferentes ciclos o anillos de circulación de la atmósfera, y en el caso chileno se traduciría en el avance hacia el sur de la desertificación.

En todo caso, es necesario insistir en que los niveles de pérdida de agua potable reportados en el PD de San Fernando son exagerados, y deberían ser reducidos en pro de una mejor eficiencia técnica y económica al mejorar la vida útil de equipos sujetos a desgaste y consumos de energía eléctrica, con beneficio tanto para la población a través de las tarifas y de los operadores.

Es de resaltar el que las aguas servidas de San Fernando sean objeto de tratamiento y con buenos resultados en el control de la SISS, con 100% de cumplimiento de los requisitos del DS 90 - Tabla 1, en 2017 y 2018, lo que es una garantía de salubridad para personas, masa ganadera y cultivos sujetos a riego, y un beneficio ambiental altamente valorado en una región agraciada por su naturaleza.

1.5 Aguas Lluvia.

El que San Fernando cuente con más de 50000 habitantes incidió en su inclusión del programa de Planes Maestros de Aguas Lluvia del MOP, y por tanto cuenta desde 2007 con el estudio Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de San Fernando – DOH-MOP, el que fue desarrollado por AC Ingenieros Consultores Ltda. al ser este documento relativamente reciente sus contenidos están plenamente vigentes, y su alcance de Diagnóstico excede con mucho lo que se requiere como base para la planificación territorial de este PRC. Atendida esta mayor profundidad del PMALL de San Fernando, será apropiado referirse a ese documento detallado para soporte de la planificación urbana en desarrollo. Se señala como referencia los siguientes párrafos del PMALL relativos a su diagnóstico:

“Como parte del Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias de San Fernando, se efectuó un diagnóstico tendiente a establecer la magnitud de los daños que se presentan en la ciudad en estudio como producto del anegamiento por acumulación de aguas lluvias.

En relación a los problemas ocasionados por las aguas lluvias, éstos corresponden principalmente a anegamientos de calles y avenidas que se transforman en vías preferenciales de escurrimiento, a acumulación de agua en esquinas, sitios eriazos y puntos bajos que afectan al comercio y viviendas aledañas.

Las causas de éstos problemas se deben principalmente a la inexistencia de redes exclusivas para el drenaje de las aguas lluvias y la falta de capacidad hidráulica de la red unitaria existente, sumado al importante aporte de aguas lluvias que es ingresada a la ciudad por la red de canales de riego que existe en la zona, los cuales como producto de la inadecuada infraestructura que poseen producen desbordes e inundaciones en la zona central y poniente de la ciudad.”

Como antecedente de la mayor importancia del PMALL se transcribe la tabla correspondiente al ordenamiento de los proyectos que apuntan a solucionar la evacuación debida de las aguas lluvia en la ciudad.

Tabla 8. Resumen Priorización de Proyectos

Prioridad	Indicador Promedio	Proyectos
Alta	1,4	Descarga Canal Población
	1,6	Descarga Canales La Palma y La Ramada
	4,8	Red de Colectores Valladolid
	6,0	Red de Colectores El Quilo - Yumbel
Media	6,8	Red de Colectores Carrera
	7,2	Red de Colectores Urrutia
	7,4	Red de Colectores Larraín
	7,4	Red de Colectores 18 de Septiembre
Baja	8,4	Red de Colectores Centenario
	8,6	Red de Colectores Los Rulos
	9,0	Red de Colectores El Roble
	9,4	Red de Colectores El Álamo

Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvia San Fernando. AC Consultores

Es necesario finalmente señalar que la DOH/MOP ya ha ejecutado el proyecto **CONSTRUCCION RED DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS SAN FERNANDO** entre 2011 y 2013, con un costo de 74222 millones de pesos, como primer avance en la materialización de las obras de mayor prioridad definidas en el PMALL.

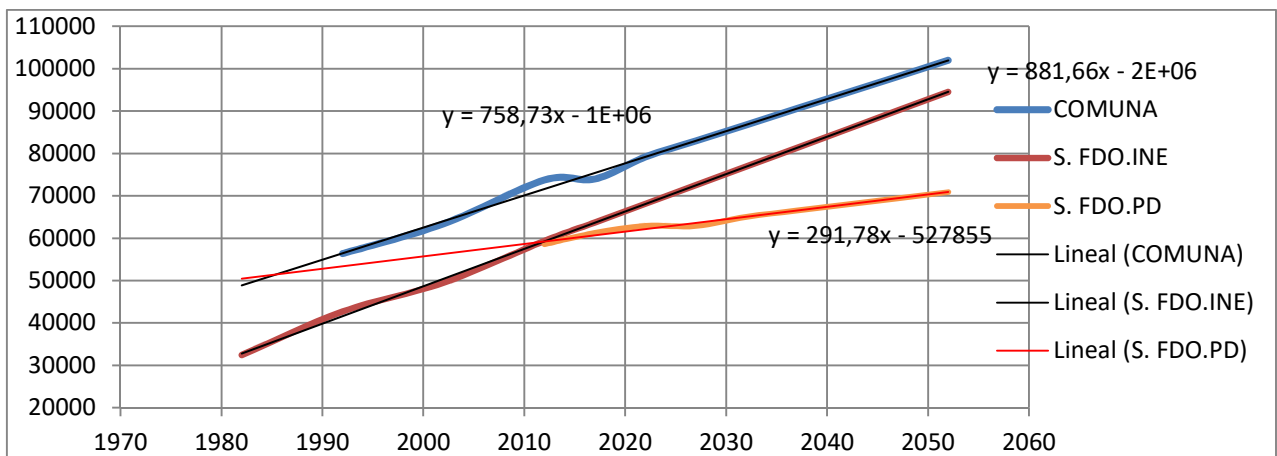
1.6 Efectos del Proyecto de Plan Regulador Comunal en la Infraestructura Sanitaria.

1.6.1 Análisis de Evolución de Población.

Se dispone de información variada de respaldo para estimar la posible evolución de la población en las áreas urbanas en los próximos 30 años: datos censales del INE hasta 2017, proyección de población de ESSBIO en su PD hasta 2028, y cabida límite en zonas urbanas habitables según este proyecto.

Los censos del INE omiten dato comunal en 1982 y 2002, y dato de ciudad en 2012 para San Fernando, por lo que se recurre a conservar la proporcionalidad entre ciudad y comuna en 1992 para 2002, e interpolación entre 2002 y 2017 para la ciudad en 2012; la proyección del PD presenta una estabilización de población en 62285 habitantes en el TO a partir de 2022, lo que se aprecia de baja probabilidad. Para cada serie de datos se ha ajustado linealmente su tendencia hasta 2050, para estimar posibles escenarios de ocupación de las zonas habitables

CENSOS	COMUNA-INE	SAN FERNANDO-INE	SAN FERNANDO-PD
1982		32432	
1992	56368	42684	
2002	63396	49519	
2012	73727	59349	58572
2017	73973	63712	61235
2022	79164	68111	62885
2027	82963	72509	62885
2032	86762	76908	65042
2037	90561	81307	66500
2042	94361	85706	67959
2047	98160	90104	69418
2052	101959	94503	70877
VALORES INTERPOLADOS		INFORMACION DE BASE	VALORES EXTRAPOLADOS



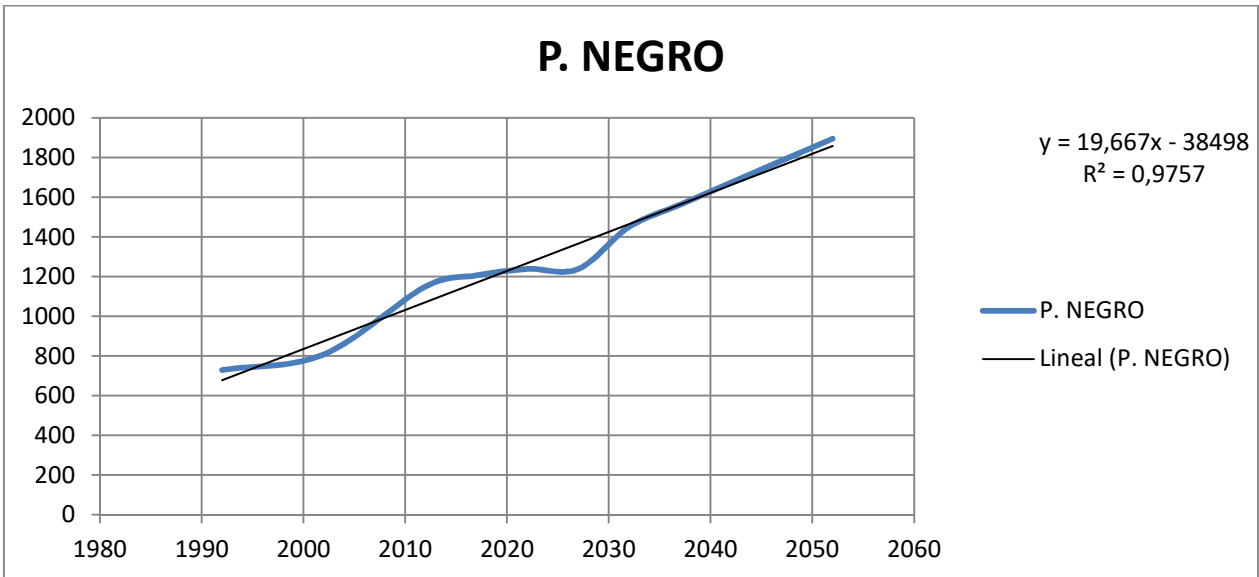
Fuente: Las indicadas.

Sobre los datos censales cabe resaltar que el dato de la comuna del 2012 no es oficializado, lo que puede explicar cierta anomalía en su representación gráfica, pero que en el conjunto no es significativa. Las conclusiones posibles indican que la tendencia de migración rural a lo urbano en la comuna se mantiene en el largo plazo, con un incremento anual de 760 habitantes en la comuna, y que ha de esperarse que la ciudad de San Fernando acoja buena parte de ese crecimiento, principalmente en las áreas dentro de su Límite Urbano que hoy están excluidas del Territorio Operacional concesionado a ESSAL, con aumento de 880 habitantes por año para la ciudad. Para el crecimiento en el TO actual se agregarían solo 292 habitantes al año.

En Puente Negro se tiene información censal para 1992 y 2002, y la proyección del PD de ESSBIO desde 2012 a 2027; si bien el PD también asume aquí un congelamiento del crecimiento entre 2022 y 2027 con 1238 habitantes, se aprecia razonable la tasa de 20 habitantes por año del ajuste lineal, que en la práctica representa una tasa vegetativa decreciente en el largo plazo.

AÑO	1992	2002	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052
P. NEGRO	729	808	1150	1206	1238	1238	1451	1562	1673	1784	1895

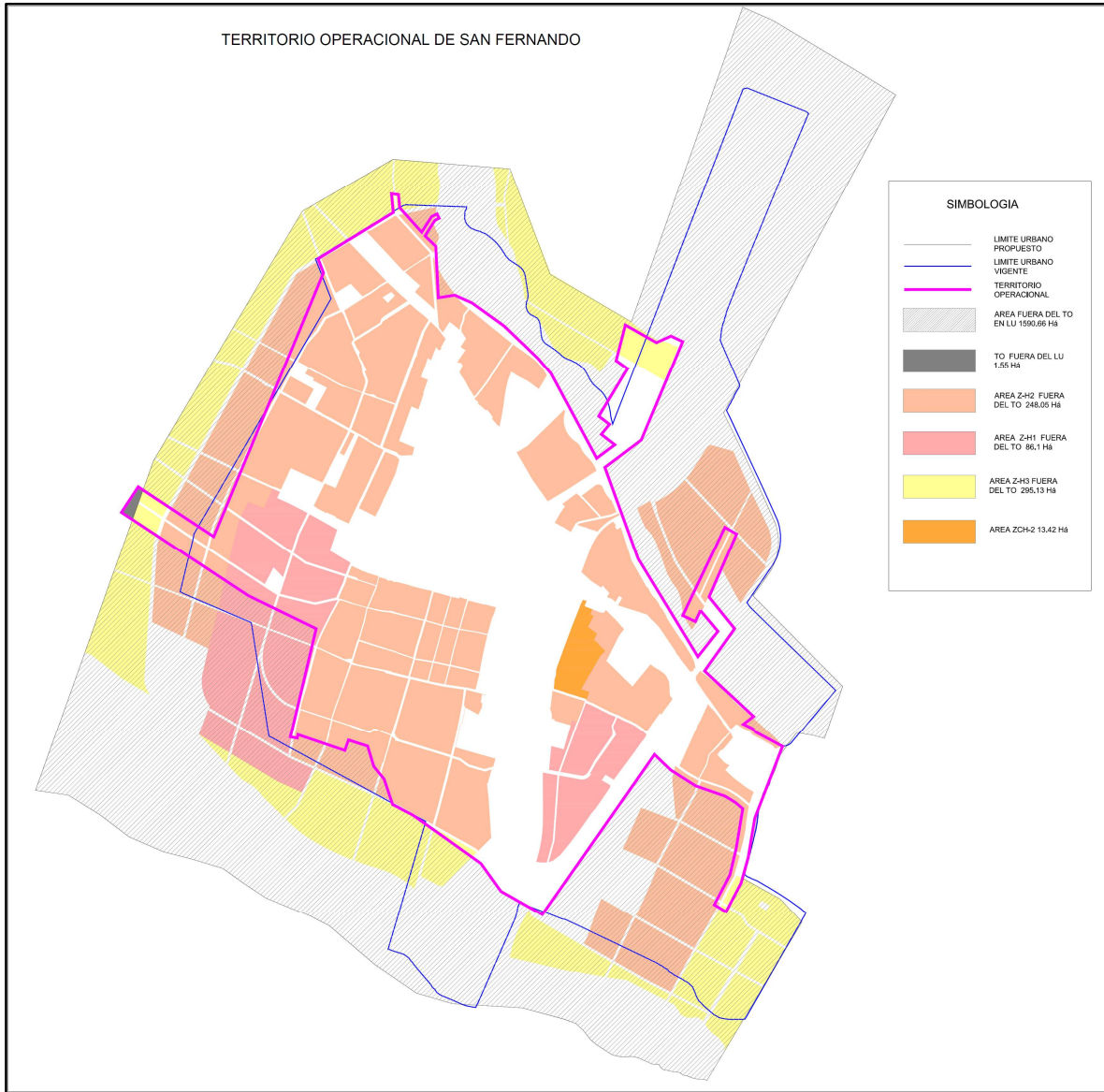
Fuente: INE, PD



1.6.2 Población de Saturación según proyecto PRC.

La planificación establece densidades máximas admisibles en las zonas definidas como de uso residencia en la comunal, Z-H1, Z-H2, Z-H3, Z-H4, y ZCH-2, con las que se deriva la cabida máxima admisible en San Fernando y en Puente Negro; estas cifras permiten estimar los márgenes de ocupación de suelo habitable para alojar el crecimiento poblacional.

- San Fernando

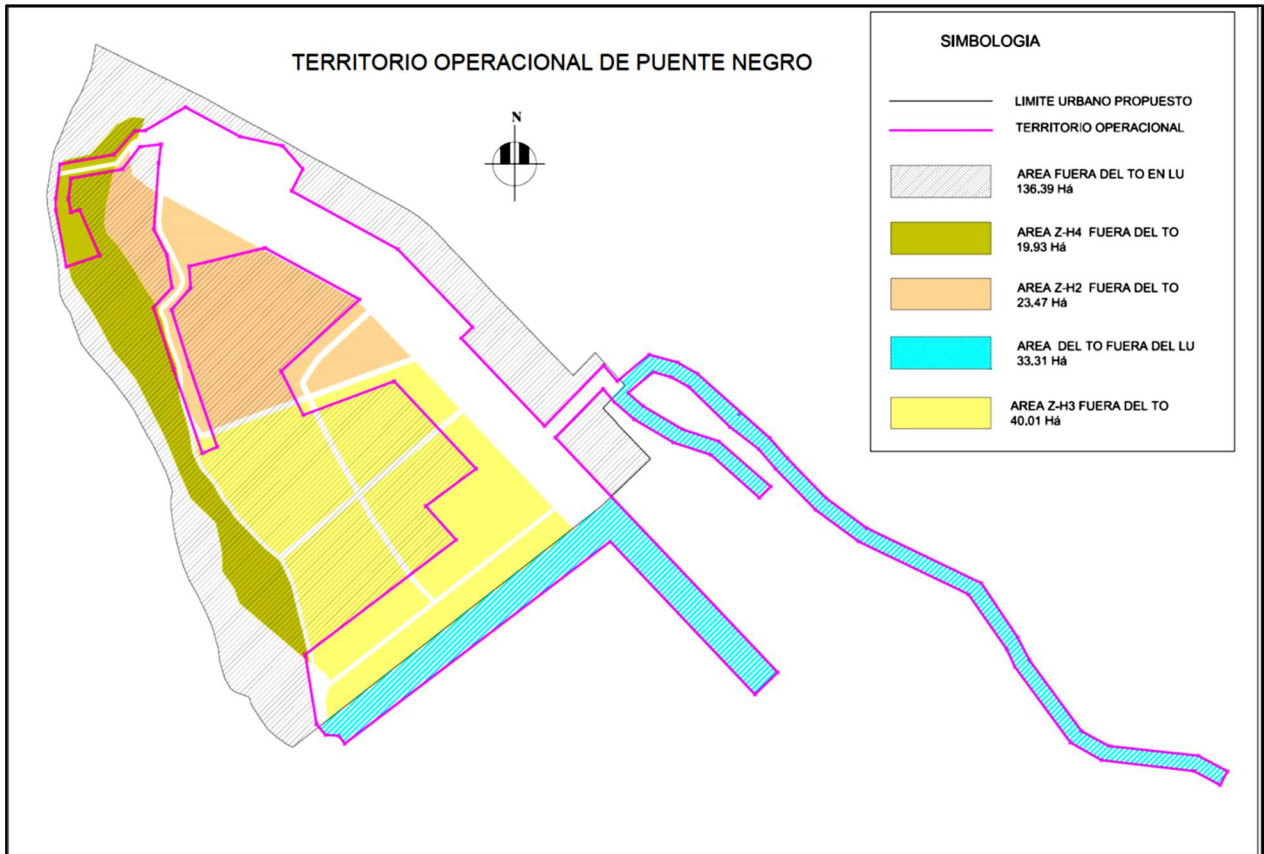


POBLACION DE SATURACION			SAN FERNANDO
ZONA	DENSIDAD	AREA	POBLACION
RESIDENCIAL	HAB/Há	Há	HABITANTES
Z-H1	300	187.96	56388
Z-H2	200	745.85	149170
Z-H3	80	312.75	25020
ZCH-2	80	13.42	1073.6
SUMA			231652

Dado que para 2048 se estima que San Fernando bordeará solo unos 70000 habitantes, estos dispondrán de amplia cabida dentro del Límite Urbano proyectado. No ocurre lo mismo para el TO concesionado, que ocupa solo el 71% del Área Urbana proyectada; los desarrollos urbanos en la 365.19 Hás externas a ese TO deberán solucionar sus soluciones sanitarias, como se analiza más adelante.

Z-H1 EN TO	Z-H2 EN TO	Z-H3 EN TO	ZCH-2 EN TO	EN TO
101.86	497.8	295.13	0	894.79
Z-H1 FUERA TO	Z-H2 FUERA TO	Z-H3 FUERA TO	ZCH-2 FUERA TO	FUERA TO
86.1	248.05	17.62	13.42	365.19
TOTAL Z-H1	TOTAL Z-H2	TOTAL Z-H3	TOTAL ZCH-2	TOTAL
187.96	745.85	312.75	13.42	1259.98

Puente Negro



POBLACION DE SATURACION			PUENTE NEGRO
ZONA	DENSIDAD	AREA	POBLACION
RESIDENCIAL	HAB/Há	Há	HABITANTES
Z-H2	200	300	60000
Z-H3	80	200	16000
Z-H4	40	80	3200
SUMA			79200

La proyección de población para Puente Negro apunta a que en 30 años más podrá bordear unos 1800 habitantes, con una mínima ocupación de la cabida disponible según este PRC a la saturación, por lo que la disponibilidad de suelo no es limitante; este crecimiento esperable ocurrirá primordialmente en las áreas excluidas del TO bajo concesión de ESSBIO.

Z-H2 EN TO	Z-H3 EN TO	Z-H4 EN TO	EN TO
10.11	23.28	2.8	36.19
Z-H2 FUERA TO	Z-H3 FUERA TO	Z-H4 FUERA TO	FUERA TO
23.47	40.01	20.82	84.3
TOTAL Z-H2	TOTAL Z-H3	TOTAL Z-H4	TOTAL
33.58	63.29	23.62	120.49

1.6.3 Factibilidad de los Servicios Sanitarios ante la Evolución de Población.

Se presentan dos situaciones administrativas generales de factibilidad de contar con servicios sanitarios de agua potable y alcantarillado:

- Áreas Urbanas incluida en los TO concesionados: son 895 Há en San Fernando y 36 Há en Puente Negro, en que la factibilidad está garantizada por la Ley Sanitaria y el control de su cumplimiento por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) a través de los sucesivos Planes quinquenales de Desarrollo.
- Áreas Urbanas excluidas de dichos TO, en que se ha de recurrir alternativamente a 1) soluciones con sistemas particulares de agua y alcantarillado que se acojan a las disposiciones del MINSAL al respecto, 2) solicitar extensiones de servicio desde las áreas concesionadas recurriendo al Art. 52 bis de Ley Sanitaria que faculta a las concesionarias a dar servicios no regulados externos a su TO, 3) requerir a la concesionaria inmediata o a la SISS la ampliación de ese TO hacia las nuevas urbanizaciones. Esto aplica tanto a San Fernando y Puente Negro como a Termas del Flaco.

En cada caso de soluciones administrativas indicadas, ha de tenerse la factibilidad técnica de que esos servicios de agua potable y alcantarillado puedan ser prestados: esto atañe en el caso de agua potable a que se ha de tener los recursos hídricos necesarios en cantidad y calidad para satisfacer las demandas esperadas, contar con los recursos técnicos, financieros y administrativos para sostener esas capacidades en el tiempo en concordancia con las normas chilenas de calidad de servicio; los sistemas de alcantarillado deben ser correspondientes con los de agua potable, cumplir las normas respectivas de recolección y disposición, en particular la reglamentación ambiental (DS 90) para restituir las aguas servidas tratadas al ambiente.

Se desprende así que la restricción técnica crítica es disponer los caudales de suministro de agua potable; en el caso de San Fernando, asumiendo que en 30 años más la ciudad bordeará los 70000 habitantes, se puede distribuir proporcionalmente la población y consecuentemente las demandas sectorizadas hacia 2050; los datos del PD señalan que la dotación media en la ciudad es de 155 l/hab/día, con un factor de día máximo de 1.33 y elevadas pérdidas de 5% en producción y 35% en distribución, la demanda global de la ciudad sería así de 236.8 l/s, con 148.1 de cargo exclusivo de la concesionaria, y 68.6 l/s a ser aportados por los nuevos desarrollos, los que pueden ser suministrados con solo un sondeaje adicional de captación de aguas subterráneas.

Z-H1 EN TO	Z-H2 EN TO	Z-H3 EN TO	ZCH-2 EN TO	EN TO	DEMANDA l/s
5659	27656	16396	0	49711	148.1
Z-H1 FUERA TO	Z-H2 FUERA TO	Z-H3 FUERA TO	ZCH-2 FUERA TO	FUERA TO	
4783	13781	979	746	20289	68.6
TOTAL Z-H1	TOTAL Z-H2	TOTAL Z-H3	TOTAL ZCH-2	TOTAL	
10442	41437	17375	746	70000	236.8

Un análisis similar para Puente Negro considera que la dotación es igualmente de 155 l/hab/día, pero el factor de día máximo es 1.33% de pérdidas en producción y 43% en distribución, con lo que se genera el siguiente cuadro:

Z-H2 EN TO	Z-H3 EN TO	Z-H4 EN TO	EN TO	DEMANDA l/s
151	348	42	541	2.5
Z-H2 FUERA TO	Z-H3 FUERA TO	Z-H4 FUERA TO	FUERA TO	
351	598	311	1259	5.9
TOTAL Z-H2	TOTAL Z-H3	TOTAL Z-H4	TOTAL	
502	945	353	1800	8.4

Las demandas indicadas son claramente abordables para ser satisfechas por la amplia disponibilidad de recursos subterráneos del valle del Tinguiririca.

Respecto de Termas del Flaco, su condición de servicio particular le hace responder a las exigencias del MINSAL para sus reducidas demandas domésticas de agua y alcantarillado.

1.7 Conclusión sobre la Factibilidad de la Infraestructura Sanitaria.

La comuna dispone de los recursos administrativos, hídricos, físicos y factores demográficos que se concilian para facilitar la disponibilidad de servicios sanitarios en las localidades que este PRC define como urbanas



FERNANDO HIDALGO T.

Ingeniero Civil Hidráulico U de Chile.