

**PM-37 PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y
DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE VILLARRICA,
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

JUNIO 2018

Proyecto GSI HI201303



Av. Los Castaños N° 199 – Viña del Mar

Fono (32) 2177020

e-mail: gsi@gsi.cl

web: www.gsi.cl



ÍNDICE

	Contenido	Pág.
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Generalidades	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo general.....	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
1.3	Etapas del Estudio.....	3
2	ANTECEDENTES Y ESTUDIOS BÁSICOS	4
2.1	Antecedentes del Área de Estudio y Recopilación de Antecedentes	4
2.1.1	Ubicación Geográfica.....	4
2.1.2	Clima	4
2.1.3	Hidrografía.....	5
2.1.4	Aspectos Demográficos	5
2.1.5	Características Socioeconómicas	6
2.1.6	Salud	6
2.1.7	Educación	7
2.1.8	Energía	7
2.1.9	Infraestructura Sanitaria.....	8
2.1.10	Información Pluviométrica y Fluviométrica	8
2.1.11	Información recopilada de Dirección de Vialidad.....	8
2.1.12	Planes Reguladores Comunales e Intercomunales.....	9
2.1.13	Estudios de Fenómenos de Remoción en Masa	10
2.1.14	Estudios Niveles del Lago Villarrica	11
2.1.15	Proyectos en Serviu	11
2.1.16	Documentos Bibliográficos.....	11
2.1.17	Playa Pucará	11
3	INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS EXISTENTE	12
3.1	Redes y alcantarillados	12
3.1.1	Generalidades Catastro	12
3.2	Canales Urbanos.....	14
3.2.1	Resumen de Canales.....	14
3.3	Cauces Naturales.....	15
3.3.1	Metodología	15
3.3.2	Resumen	16
3.4	Vías Evacuadoras de Aguas Lluvias	16
4	PATRÓN DE DRENAJE Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	20
4.1	Identificación del Patrón de Drenaje	20

ÍNDICE

Contenido	Pág.
4.2 Alternativas	22
4.2.1 Reducción de Caudales Máximos	22
4.3 Análisis de alternativas, pre dimensionamiento y Costeo.....	22
4.3.1 Introducción	22
4.3.2 Planteamiento de Alternativas de Solución	23
4.3.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA SOLUCIÓN	23
4.4 Selección de la Solución	26
4.4.1 Resumen de Valoración Preliminar de las Obras Propuestas	26
5 SOLUCIONES Y EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	26
5.1 Introducción	26
5.2 Desarrollo y Viabilidad de la solución por sistema	27
5.2.1 Situaciones particulares	27
5.3 Diferenciación de Proyectos para la Evaluación Económica	28
5.4 Evaluación Económica. Proyectos Costo-Beneficio.....	28
5.4.1 Costos Sociales	28
5.4.2 Proyectos a ser evaluados por “Costo – Beneficio”.....	29
5.4.3 Evaluación Económica y Cálculo de Indicadores	30
5.5 Evaluación Económica. Proyectos Costo-Eficiencia	34
5.6 Criterios para Priorización de Inversiones.....	34
6 RED PRIMARIA Y COMPLEMENTARIA.....	35
6.1 Red Primaria y Complementaria Existente	35
6.1.1 Red Complementaria Existente.....	36
6.2 Costo de la solución Estructural, red primaria.....	36
6.2.1 Costos de Inversión Red Primaria.....	36
6.2.2 Costos de Mantenimiento Red Primaria Proyectada	38
6.3 Estimación del costo del Sistema Complementario.....	39
6.3.1 Costos de Inversión Red Complementaria	39
6.3.2 Costos de Mantenimiento Red Complementaria Proyectada	40
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
7.1 Conclusiones	62
7.2 Recomendaciones	63

1 **INTRODUCCIÓN**

1.1 **Generalidades**

El Ministerio de Obras Públicas – MOP – a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), encomendó a **GSI Ingeniería** la elaboración de la Consultoría “**Diagnóstico Plan Maestro Aguas Lluvias de Villarrica, Región de La Araucanía**”. Para los efectos del presente estudio, se denominará como sigue; “**PM – 37 Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Villarrica, Región de La Araucanía**”.

La introducción de lineamientos o políticas para el manejo de las aguas lluvias es un tema relativamente nuevo en Chile. Los primeros sistemas de alcantarillado construidos fueron diseñados para recolectar solamente aguas servidas provenientes de reducidas áreas urbanas, a los que de hecho se les fue incorporando aguas de lluvias.

Posteriormente, se incluyó en el diseño de los mismos una componente de aguas superficiales, lo cual dio origen al concepto del alcantarillado unitario. Sin embargo, con las economías y el tratamiento de las aguas servidas de las últimas décadas, se desechó este concepto y fue reemplazado por el de alcantarillado separado de aguas servidas y de aguas lluvias, el cual busca conducir las aguas servidas a plantas de tratamiento de las mismas y las aguas lluvias a cauces naturales o infiltración.

El crecimiento y expansión de áreas urbanas en las ciudades trajo consigo un incremento de las áreas impermeables con el consiguiente aumento de los caudales, volúmenes y velocidades del flujo superficial. Esta progresiva urbanización de las ciudades ha significado un importante aumento de la escorrentía superficial.

Para eventos de cierta magnitud, esta escorrentía se traduce en considerables caudales que provocan desbordes de cauces, canales, colectores, calles y vías naturales de evacuación sin la capacidad suficiente, resultando en inundaciones de extensas áreas urbanas.

Las consecuencias de las inundaciones han preocupado a los organismos públicos responsables, los que han promovido una legislación adecuada para resolver estos problemas hasta derivar en la Ley N° 19.525 publicada en el año 1997. Esta Ley “sobre regulación de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias” marca un hito importante como primer intento serio para comenzar a implementar una solución integral al problema provocado por el exceso de aguas lluvias que afecta actualmente a diversas ciudades del país.

De acuerdo con esta ley, le corresponde al Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. En tanto, corresponde directamente al Ministerio de Vivienda y Urbanismo la planificación y estudio de la red complementaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, y a través de los respectivos Servicios de Vivienda y Urbanización Regionales, la proyección, construcción, reparación y mantención de las mismas.

Además, al MOP se le asignó la labor de preparar los Planes Maestros donde se definirá lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Estos Planes Maestros serán aprobados por decreto supremo firmado por los Ministros de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo. El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituirá, por exclusión, la red complementaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

El objetivo general de esta consultoría es el de formular y elaborar el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Villarrica.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos que se buscan alcanzar con la presente consultoría son los siguientes:

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias (ALL) del área de estudio y proponer una solución integral y coherente con su cuenca aportante y los cauces naturales receptores.
- Estudiar el Fenómeno de Remoción en Masa (FRM) en el área de estudio y proponer una solución integral y coherente.
- Realizar una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área de estudio (ALL y FRM), dentro de lo cual se incluyen los cauces naturales y sus obras fluviales existentes correspondientes.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución a los problemas de FRM y de evacuación y drenaje para el área de estudio de la ciudad en cuestión. Dentro de estas soluciones se incluye a nivel de perfil las obras de protección fluvial requeridas para enfrentar los problemas detectados en los cauces naturales en las cercanías de Villarrica.
- Definir el período de retorno adecuado para las alternativas de solución a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, así como a los problemas relacionados con el Fenómeno de Remoción en Masa.
- Desarrollar y estudiar la viabilidad a nivel de perfil de las soluciones de sistemas de aguas lluvias, necesarios y suficientes, proponiendo un sistema completo para la evacuación de aguas lluvias generadas en la cuenca aportante y en el área de estudio.
- Dimensionar los volúmenes de agua que se aportarán a los cauces naturales receptores, como producto de los diseños propuestos y proponer las soluciones para los cauces receptores respectivos.

- Obtener una priorización mediante evaluación económica y otros criterios de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro.
- Mediante evaluación económica y otros criterios, definir los sectores afectos a FRM, y establecer las restricciones de uso de suelo en éstos.

De acuerdo con las disposiciones del Gobierno se incorpora al estudio la Participación Ciudadana, proceso que se entiende como una instancia de diálogo entre el Estado y la comunidad de modo que los proyectos, programas y políticas respondan efectivamente a lo que las personas y la sociedad necesita.

Finalmente, el estudio conlleva los aspectos ambientales, determinando los potenciales impactos ambientales (positivos y negativos) que se generarán a consecuencia de la ejecución del Proyecto, de modo de identificar las respectivas medidas de prevención y mitigación ambiental, y las acciones necesarias para dar cumplimiento a la normativa ambiental sectorial.

1.3 Etapas del Estudio

El estudio considera su ejecución en ocho etapas, según se indica a continuación:

- **Etapa I:** Recopilación de Antecedentes.
- **Etapa II:** Estudios Básicos.
- **Etapa III:** Identificación de Infraestructura Existente.
- **Etapa IV:** Diagnóstico y Proposición de Alternativas.
- **Etapa V:** Simulación, Análisis y Selección de Alternativas.
- **Etapa VI-A:** Desarrollo de las Soluciones.
- **Etapa VI-B:** Evaluación Económica.
- **Etapa VII:** Informe Final

Cabe señalar que, la DOH ha solicitado cambios a las soluciones presentadas en la Etapa VI, consistentes especialmente en la eliminación de algunos colectores y el remplazo de otros por canales abiertos, ambas modificaciones con el objetivo de mejorar la rentabilidad de los proyectos.

Por otra parte, considerando que la etapa VI debe incluir una evaluación económica de las soluciones propuestas, y que la DOH ha determinado tener aprobadas las soluciones técnicas antes de efectuar la nueva evaluación económica, que se realizará mediante la nueva metodología del MIDESO, la DOH ha dispuesto disgregar la Etapa VI en una Etapa VI-A, correspondiente al desarrollo de las soluciones técnicas propiamente tal, y una Etapa VI-B, correspondiente a la evaluación económica – social de dichas soluciones.

2 **ANTECEDENTES Y ESTUDIOS BÁSICOS**

2.1 **Antecedentes del Área de Estudio y Recopilación de Antecedentes**

2.1.1 Ubicación Geográfica

La comuna de Villarrica se ubica en la IX Región del país, Región de La Araucanía, en la Provincia de Cautín.

La comuna de Villarrica ocupa la vertiente Sur del territorio regional, que limita por el norte con las comunas de Freire y Cunco, por el sur con la comuna de Panguipulli, por el oriente con la comuna de Pucón y al poniente con las comunas de Loncoche y Pitrufquén.

Villarrica es la principal ciudad de esta comuna, emplazándose en los márgenes del Río Toltén y a orillas del lago Villarrica, cuyo principal afluente es el Río Trancura.

El emplazamiento de Villarrica dentro de la región, la ubica aproximadamente a 780 km de la ciudad de Santiago y a 87 Km de la capital regional, Temuco.

Las coordenadas de Villarrica en el sistema UTM, datum WGS-84 Huso 18, son las siguientes:

Norte : 5.648.078 [m]
Este : 739.314 [m]

El área de estudio para los efectos de este Plan Maestro, está constituido por el límite urbano definido en el plan regulador comunal (PRC) actualmente en estudio. En el cuadro siguiente se indica la superficie del área de estudio y la superficie de la cuenca aportante de la localidad.

Cuadro N° 2.1: Superficie Área de Estudio y Cuenca Aportante

Localidad	Superficies	
	Área de Estudio	Cuenca Aportante
	km ²	km ²
Villarrica	33,0	309,6

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Clima

En la IX Región de La Araucanía, el clima se caracteriza por las lluvias constantes, la humedad y las bajas temperaturas.

Los principales tipos climáticos de la región; de norte a sur; son los climas de tipo mediterráneo y oceánico lluvioso. Siendo posible observar los siguientes tipos de clima:

- Templado cálido con estación seca corta
- Templado cálido lluvioso con influencia mediterránea
- Templado frío lluvioso con influencia mediterránea
- De hielo de altura.

La temperatura promedio en Villarrica oscila entre los 10°C y 15°C, con una mínima de -4°C en invierno y una máxima de 25°C en verano.

En lo referido a las precipitaciones pluviales, la pluviometría anual en la región alcanza a 1.250 mm., concentrada en los meses de invierno, siendo enero y febrero, los meses más secos (31 y 43 mm).

2.1.3 Hidrografía

La característica de los ríos de la región es su gran caudal, debido a la permanente alimentación de ellos por el deshielo y las precipitaciones. Los principales sistemas los forman los ríos Imperial y Toltén, los que presentan un gasto medio anual de 600 m³/s y 330 m³/s¹ respectivamente.

La cuenca del río Toltén.

La cuenca del río Toltén limita al norte con la cuenca del río Imperial, por el este con la cuenca del río Bío-Bío y con el límite internacional, por el sur con el río Valdivia, y por el oeste con las cuencas costeras del Lago Budi y el río Queule. La superficie total de la cuenca es de 8.040 km². El río Toltén nace en la desembocadura del Lago Villarrica. En su recorrido recibe varios afluentes, entre los más importantes destacan los ríos Allipén, Dónguila y Mahuidanche.

- **El Lago Villarrica**, que da origen al río Toltén, es alimentado directamente por varios esteros. En el extremo oriente, próximo al balneario de Pucón recibe su afluente más importante que es el río Trancura.

Para los efectos del presente estudio, resultan de interés el lago Villarrica, los ríos Toltén y Voipir, los esteros Llau-Llau (o Conquil), Irribarren, Escondido, Lefun, Los Chilcos, Correntoso, Loncotraro, Molco, Huichato y Collico y los canales Weber y Municipal.

2.1.4 Aspectos Demográficos

La región de La Araucanía, posee un extenso territorio de 31.842 Km², que comparativamente la emplaza en el 5º lugar en cuanto a superficie en el contexto nacional y cuenta con una densidad poblacional de 30,97 hab/km² (según el censo de 2012).

A continuación se presentan los datos censales de la comuna de Villarrica, la Provincia de Cautín, el total regional y nacional.

¹ Gasto medio medido en estación DGA "Río Toltén en Villarrica", código BNA 09420001-6.

Cuadro N° 2.2: Superficie y Población Comunal, Provincial y Regional.

Comuna	Superficie	Población (hab)		Tasa Crecimiento Geométrico Anual
	Km ²	Año 2002	Año 2012	%
Villarrica	1.460	45.531	59.518	2,72
Total Provincia	19.674	668.560	714.173	0,67
Total Región	31.842	869.535	986.397	1,27
Total Nacional	756.096	15.116.435	16.634.603	0,96

Fuente: INE

La comuna de Villarrica posee un marcado crecimiento poblacional, a diferencia del bajo crecimiento de la provincia e incluso a nivel regional. En este sentido Villarrica aumenta en forma importante y sostenida su población.

2.1.5 Características Socioeconómicas

En términos generales la comuna posee un 19,8% de la fuerza laboral especializada en el sector de comercio al por mayor y menor, un 16,3% relacionada con las actividades agrícola, ganadera, caza y silvicultura. Adicionalmente un 11,88% de la fuerza laboral se dedicada al rubro construcción, un 10,45% al área salud y un 8,31% al área de hotelería y restaurantes.

2.1.6 Salud

La Red Asistencial del Servicio de Salud de la comuna de Villarrica está compuesta actualmente por más de 200 funcionarios, entre el cuerpo administrativo, profesionales, técnicos.

En la red asistencial se encuentran incluidos los diferentes servicios médicos distribuidos en Consultorios, Centros de salud familiar (CESFAM), Centros Comunitarios de Salud Familiar (CECOF), Centro de Atención Médica Rural y Postas en general.

Cuadro N° 2.3: Principales establecimientos de la Red de salud comunal de Villarrica

Públicos (Servicio de Salud Araucanía Sur)	Privados
Hospital de Villarrica	Centro de Especialidades Médicas del Lago
Consultorio <i>Población Diego Portales</i>	
Cecof <i>21 de Mayo</i>	Centro Profesional <i>El Pehuén</i>
Cecof <i>Villa Todos los Santos</i>	
Cesfam <i>Villa Los Volcanes</i>	
Centro de Diálisis de Villarrica	

Fuente: Servicio Salud e I. Municipalidad de Villarrica

2.1.7 Educación

La red de establecimientos educacionales en la localidad está compuesta por un total de 29 establecimientos.

Cuadro N° 2.4: Resumen de establecimientos de la Red de educación en la comuna de Villarrica, por nivel de enseñanza

Nivel de Enseñanza	Nº Colegios	Porcentaje
Básica	16	55,17%
Básica/Media	7	24,14%
Básica (7° y 8°)/Media	1	3,45%
Media	4	13,79%
Sin información	1	3,45%
Total	29	100,00%

Fuente: Ministerio de Educación

2.1.8 Energía

La energía eléctrica es producida parcialmente en la región cubriendo solo el 38% de los requerimientos energéticos de la zona (583 [Gwh] de los 1.534 [Gwh] requeridos), en las siguientes centrales termoeléctricas e hidroeléctricas.

Cuadro N° 2.5: Centrales Termoeléctricas e Hidroeléctrica región de La Araucanía

Nombre	Tipo	Fuente primaria	Empresa	Potencia instalada (MW)	Comuna
Donguil	Hidroeléctrica	Pasada	Donguil Energía	0,24	Gorbea
El Canelo	Hidroeléctrica	Pasada	Hidrocanelo	12,08	Melipeuco
Trufultruful	Hidroeléctrica	Pasada	Hidroelec	0,81	Melipeuco
Allipén	Hidroeléctrica	Pasada	Hidroeléctrica Allipén	5,13	Cunco
El Manzano	Hidroeléctrica	Pasada	Hidroeléctrica El Manzano	4,84	Melipeuco
Trueno	Hidroeléctrica	Pasada	Hidroeléctrica Trueno	11,14	Vilcún
Villarrica*	Hidroeléctrica	Pasada	Compañía Molinera Villarrica Ltda	0,65	Villarrica
Lautaro	Termoeléctrica	Biomasa	Comasa	24	Lautaro
Chufken	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	6	Traiguén
Collipulli	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	15,2	Collipulli
Curacautín	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	8,85	Curacautín
Eagon	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	7,2	Lautaro
Lonquimay	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	3,2	Curacautín
Los Sauces	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	3,2	Angol
Los Sauces II	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	3,2	Traiguén
Lousiana Pacific	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	11,6	Panguipulli
Lousiana Pacific II	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	12,8	Lautaro
Tirúa	Termoeléctrica	Petróleo Diesel	Sagesa	0,8	Tirúa

Fuente: Comisión Nacional de Energía, actualizado a diciembre del 2013

Nota *: La central hidroeléctrica de Villarrica pertenece a la Compañía Molinera Villarrica Ltda, cuyo dueño es Lorenzo Weber Schilling y que provee energía al molino de Villarrica. Posee un canal medio de 1 m³/s y un caudal máximo de 2 m³/s, con una caída hidráulica de 32 a 36 metros.

El gas licuado es operado principalmente por la empresa Abastible y tiene como centro de acopio y operaciones la ciudad de Temuco. En cuanto a los combustibles líquidos éstos son operados por dos empresas portadoras COPEC y Petrobras.

En cuanto a calefacción, se puede señalar que si bien son empleados combustibles como gas, parafina y electricidad, el principal combustible utilizado para calefacción lo constituye la leña.

2.1.9 Infraestructura Sanitaria

En la comuna de Villarrica el servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas está a cargo de la empresa Aguas Araucanía, la cual según datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios del 2012 ha alcanzado una cobertura del 99% de la población para agua potable y de 95% de la población para agua servidas, con un 100% de cobertura en el tratamiento de dichas aguas servidas.

2.1.10 Información Pluviométrica y Fluviométrica

Para obtener información estadística tanto pluviométrica como fluviométrica de la zona de estudio, se consultó con los siguientes organismos:

- Dirección General de Aguas (DGA) – Ministerio de Obras Públicas.
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC).
- Fuerza Aérea de Chile (FACH).

Cuadro N° 2.6: Estaciones Pluviométricas y Fluviométricas

Organismo Responsable	Código BNA (1)	Nombre de la Estación	Coordenadas UTM		Cota (m)	Longitud Datos
			Norte (m)	Este (m)		
Estaciones Fluviométricas						
DGA	09420001-6	Rio Toltén en Villarrica	5.655.512,81	733.593,84	220	1969-2013
Estaciones Pluviométricas						
DGA	10106003-9	Licanray	5.627.088,18	743.625,19	230	1996-2013
DGA	10106002-0	Lago Calafquén	5.618.295,41	744.495,18	375	1987-2013
DGA	09420003-2	Villarrica	5.661.639,81	728.210,84	235	1962-2013
DGA	09420002-4	Pucón	5.647.882,83	762.847,56	235	1984-2013
DGA	09412002-0	Curarrehue	5.637.532,71	794.927,12	580	1976-2013
DGA	09404003-5	Quecheregua	5.678.710,53	753.791,44	420	1970-2013
DGA	09404002-7	Los Laureles	5.683.731,11	742.337,95	190	1939-2013*
DGA	09403001-3	Cunco	5.686.728,00	758.751,76	360	1969-2013
DGA	09135003-3	Freire Sendos	5.684.677,63	706.997,67	100	1981-2013
DGA	09135002-5	Freire	5.685.136,35	705.950,30	100	1939-1978*
DMC	-	Curaco En La Balsa	5.673.943,20	742.306,27	250	1980-2013*
DMC	-	Flor Del Lago	5.662.617,45	749.166,42	300	1980-2013*
DMC	-	Quilentué Fundo	5.640.416,62	748.458,94	370	1980-2009*

Fuente: Elaboración propia.

*: longitud de datos con años no registrados

(1) BNA: Banco Nacional de Aguas.

2.1.11 Información recopilada de Dirección de Vialidad

La dirección de vialidad, dependiente del ministerio de obras públicas posee información de las calles que son definidas dentro de la vialidad urbana como caminos públicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el DFL N°850 del 12/09/97, Ley de Caminos, Artículo 24°, Título III que dice:

“Son caminos públicos las vías de comunicación terrestres destinadas al libre tránsito, situadas fuera de los límites urbanos de una población y cuyas fajas son bienes nacionales de uso público. Se considerarán también caminos públicos, para los efectos de esta ley, las calles o avenidas que unan caminos públicos, declaradas como tales por decreto supremo...”

En el Cuadro N° 2.7 se adjunta el listado de los caminos públicos, dentro de la red vial urbana de Villarrica:

Cuadro N° 2.7: Caminos públicos de la red urbana de Villarrica

Calle	Entre calles	
	Inicio	Termino
Segunda Faja	Colo-Colo	Empalme a ruta S-839
General Basilio Urrutia	Empalme a ruta 199	Julio Zegers
Valentín Letelier	Av. José Miguel Carrera	Aviador Acevedo
Saturnino Epulef	Av. José Miguel Carrera	Letamanda
Avenida Pedro de Valdivia	Empalme a ruta S-91	Av. José Miguel Carrera
Costanera Pucara	General Basilio Urrutia	Ernesto Wagner
Avenida José Miguel Carrera	General Basilio Urrutia	Saturnino Epulef
Aviador Acevedo	Saturnino Epulef	Av. José Antonio Ríos
Colo-Colo	Aviador Acevedo	Segunda Faja

Fuente: Elaboración Propia en base datos del ministerio de vialidad.

Adicionalmente la dirección de vialidad ha desarrollado los siguientes proyectos en el área de estudio de Villarrica:

- Costanera del Lago Villarrica.
- Colectores de aguas lluvias
 - Valentín Letelier-
 - Basilio Urrutia.
 - Manuel Antonio Matta.
 - José Miguel Carrera.
 - Saturnino Epulef
- Proyecto de Soluciones de Aguas Lluvias Ruta CH-199

2.1.12 Planes Reguladores Comunales e Intercomunales

Los instrumentos de planificación territorial vigentes, son los siguientes:

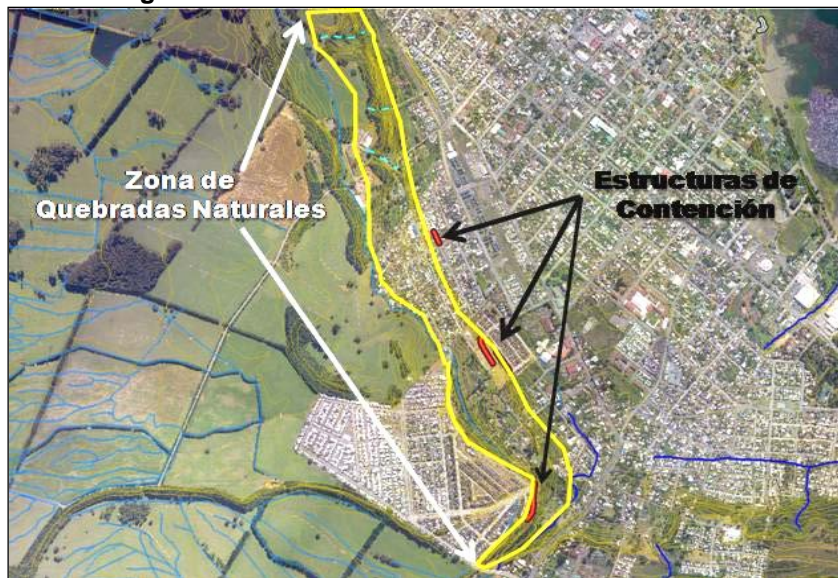
- ✓ El Plan Regulador Intercomunal Villarrica – Pucón promulgado por Decreto N° 65 de fecha 13 de Septiembre de 1978 publicado en el Diario Oficial de fecha 6 de octubre de 1978 y 2 modificaciones posteriores.
- ✓ El Plan Regulador para la Localidad de Villarrica, aprobado por decreto 16 de fecha 6 de Mayo de 1992 y publicado en Diario Oficial con fecha 11 de Junio de 1992.

2.1.13 Estudios de Fenómenos de Remoción en Masa

Se recopiló un estudio sobre el fenómeno correspondiente a la información presente en el PRC de Villarrica, del cual se entrega el siguiente resumen:

En relación a los procesos de remoción en masa, la ciudad de Villarrica es una zona altamente frágil debido a características intrínsecas del territorio, dadas por la morfología (áreas de quebrada y escarpe de erosión fluvio lacustre) pendiente, exposición al sol, tipo de suelo y grado de antropización. En la actualidad, los terrenos correspondientes a dicha zona están siendo ocupados por grandes proyectos inmobiliarios, siendo fundamental para la estabilidad de estos terrenos y los adyacentes contar con estudios acabados que permitan prever los efectos de aplicación de cargas, cambios en las condiciones hidrogeológicas, y variaciones en la geometría del talud, considerando medidas especiales en aquellas áreas de contacto entre dos tipos de relieve.

Figura N° 2.1: Zona Proclive a Remoción en Masa



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se recopiló información del estudio **“Efectos geológicos del sismo del 27 de Febrero de 2010: Remociones en masa y subsidencia en la Costanera de Villarrica, región de la Araucanía, remoción en masa en la ciudad de Villarrica: segunda visita”**, realizado por **SERNAGEOMIN (año 2010)**, a causa de los eventos ocurridos en Villarrica a consecuencia del terremoto del 27 de febrero del 2010.

Este estudio comenzó con una visita de autoridades de la Ilustre Municipalidad de Villarrica, al sector de la Población Nueva Vista Hermosa, donde se observó la presencia de relleno artificial, por acopio de materiales de desecho de construcción, dispuestos hace 10 años aproximadamente sobre esta ladera, formada por depósitos de la última glaciación.

El evento sucedió luego del movimiento sísmico, movilizándose sobre calle Trekalén, donde el relleno destruyó dos casas y fallecieron dos personas.

2.1.14 Estudios Niveles del Lago Villarrica

Se recopiló información de estudios sobre los niveles del lago Villarrica, obteniéndose los siguientes documentos:

- “PU200708 – Reposición Puente de Acceso y Pontones Pucón”, desarrollado por GSI Ingenieros Consultores.
- “Declaración impacto ambiental construcción Avda Costanera de Villarrica, IX región”, existente en el Sistema de Impacto Ambiental.

En el primer estudio se determinaron los niveles máximos y mínimo del lago: 1,38 [m] y 2,9 [m] con respecto al 0 del limnómetro existente en la Capitanía de Puerto Lago Villarrica, mientras que del segundo documento no se pudo obtener información referente a los niveles del lago, ya que solo entregaba datos de las precipitaciones utilizadas para dicho estudio.

En el estudio elaborado por GSI, para la determinación de los niveles del Lago Villarrica se utilizó la metodología expuesta en la publicación SHOA PUB 3104: Instrucciones Hidrográficas N° 4. Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa del Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos.

2.1.15 Proyectos en Serviu

Conforme la información proporcionada por Serviu, en el cuadro siguiente se resumen los proyectos de pavimentación y de aguas lluvias. Estos proyectos, con su respectivo análisis, se han incluido en el Anexo I.1 y se han reflejado en los planos “Infraestructura de Colectores Canales y Cauces Naturales Propuestos a Catastrar – Lámina A” e “Infraestructura de Colectores Canales y Cauces Naturales Propuestos a Catastrar – Lámina B”.

La importancia de estos informes es complementar la información del catastro de ALL a realizar.

2.1.16 Documentos Bibliográficos

Conforme lo establecido en los documentos de licitación del presente proyecto se realizó una serie de consultas a distintas entidades con fin de recopilar información relacionada y que pudiese ser de utilidad para el desarrollo de la consultoría.

2.1.17 Playa Pucará

El proyecto de Habilitación de Playa Pucará desarrollado en 2012 por la DOP y que actualmente se encuentra en su fase de construcción, corresponde a la primera playa artificial desarrollada en un lago en el país y en la cual se presenta una solución para las múltiples descargas de aguas lluvias existentes en la zona de dicho proyecto. La solución

propuesta consistía de 2 colectores interceptores de diámetro 1.000 mm que terminaban descargando al Lago Villarrica bajo la cota del lago, lo que implicaría que los colectores de aguas lluvias trabajarían en presión durante los eventos de precipitaciones, esta situación será verificada durante las siguientes etapas del proyecto, durante el catastro en terreno y de ser necesario se estudiarán alternativas para la evacuación de dichos colectores.

3 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS EXISTENTE

3.1 Redes y alcantarillados

3.1.1 Generalidades Catastro

De acuerdo con los Términos de Referencia de la licitación, la totalidad de elementos a catastrar era de ochocientas (800) unidades, de las cuales trescientas (300) correspondían a cámaras de aguas lluvias y quinientas (500) a sumideros. La cantidad de elementos catastrados fue de 1.586 (mil quinientos ochenta y seis) unidades, con el detalle indicado en el Cuadro N° 3.1.

Cuadro N° 3.1: Elementos Catastrados

Ítem	Elemento	Unidad	Cantidad
1.-	Cámara aguas lluvias	N°	743
2.-	Cámara de canal	N°	14
3.-	Sumidero de aguas lluvias	N°	679
4.-	Descarga	N°	122
5.-	Obra de toma	N°	28
Total elementos			1.586

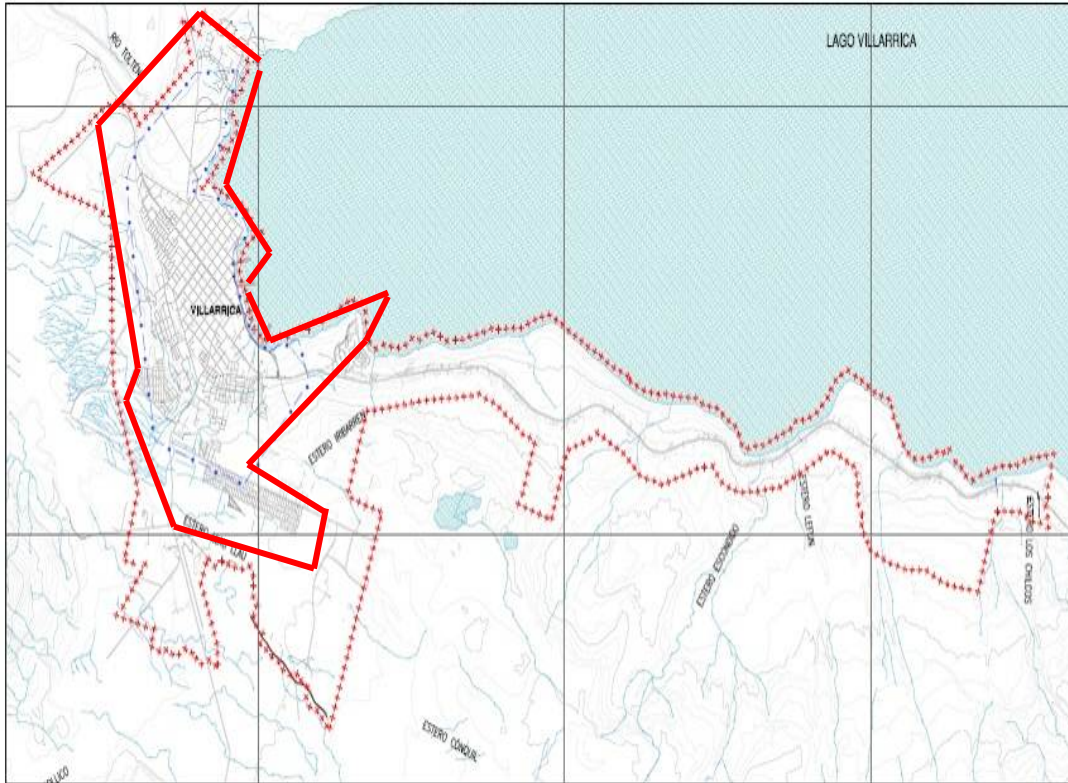
Fuente: Elaboración propia

Los trabajos fueron realizados en dos etapas: durante los meses de abril y julio de 2014, período en el cual se hizo el levantamiento grueso de la totalidad de los elementos, y en el mes de agosto del mismo año, época en que se realizó el levantamiento a las observaciones encontradas en el trabajo de gabinete.

En la figura siguiente se puede apreciar la zona o límite en el cual se procedió a efectuar el catastro de los diferentes elementos existentes en terreno, dicha zona delimitada con línea llena de color rojo se encuentra inserto en el área en estudio del plan maestro contratado por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

En el Cuadro N° 3.2 se presenta un resumen con las capacidades mínimas y máximas de porteo de cada colector, asumiendo como mínimo el valor distinto de cero cuando exista contrapendiente en algún tramo.

Figura N° 3.1: Zonas de Influencia del catastro del P.M de Aguas Lluvias - Villarrica



Simbología

Límite zona influencia diagnóstico:

Límite zona catastro: _____

3.1.1.1 RESUMEN DE CAPACIDADES

Cuadro N° 3.2: Resumen de capacidades mínimas y máximas de porteo

Colector		Capacidades (m3/s)		Colector		Capacidades (m3/s)	
Nº	Nombre	Mínima	Máxima	Nº	Nombre	Mínima	Máxima
1	Albatros	0,13	0,19	2	Robinson Crusoe	0,52	1,15
3	Luis Advis	0,20	1,15	4	Lonquimay	0,44	0,44
5	Vicente Huidobro	0,53	1,97	6	Violeta Parra	0,89	1,49
7	Mamuil Malal	1,76	1,91	8	Volcán Villarrica	0,06	0,90
9	Pino Hachado	0,15	0,53	10	Weber-1	0,13	7,06
11	Weber	0,42	0,52	12	Antirayén	0,11	0,64
13	Guacolda	0,22	0,59	14	Fresia	0,55	0,92
15	Colector Venecia	1,81	1,81	16	Los Olivos	0,12	4,68
17	Las Industrias 1	0,33	1,60	18	Las Industrias 2	0,46	1,91
19	Las Industrias 3	0,63	0,63	20	Las Colinas	0,32	1,40
21	Las Gaviotas	0,48	0,49	22	Weber-3	0,48	2,31
23	Juan Ríos	0,41	1,24	24	Los Castaños	0,22	3,69
25	Estación	0,12	1,04	26	Caupolicán	0,42	2,36
27	Caupolicán 1	0,38	1,50	28	Catedral	0,24	1,60
29	Catedral 1	0,06	0,07	30	Pedro Montt	0,12	1,56
31	Aviador Acevedo	0,30	1,40	32	Alderete	0,29	1,59
33	San Francisco	0,10	0,53	34	San Francisco 1	0,05	0,05
35	San Pedro	0,21	0,21	36	Colo Colo	0,08	3,38

Colector		Capacidades (m3/s)		Colector		Capacidades (m3/s)	
Nº	Nombre	Mínima	Máxima	Nº	Nombre	Mínima	Máxima
37	Matta	0,06	5,49	38	Matta 1	0,20	0,70
39	Anfión Muñoz	0,36	2,08	40	O'Higgins	2,09	2,09
41	Letelier	0,19	2,87	42	Prat	0,42	0,69
43	Korner	0,34	0,71	44	Pucará 1	3,01	3,01
45	Pucará 2	1,72	2,56	46	Pucará 3	2,37	2,37
47	Pucará 4	1,05	2,59	48	Pucará 5	1,12	2,36
49	Pucará 6	2,56	2,56	50	Pucará 7	0,77	2,43
51	Pucará 8	2,54	2,54	52	Rodriguez	0,33	0,33
53	Rodriguez 1	0,39	0,39	54	Risor	*0,00	*0,00
55	Epulef	0,69	1,65	56	Wagner	0,19	3,06
57	Zúñiga	0,62	4,29	58	Costanera 1	0,62	1,48
59	Iribarren	35,39	35,39	60	Costanera	1,33	4,13
61	San Martín	0,36	2,88	62	Korner 1	0,88	13,70
63	Bilbao	0,03	0,43	64	Pedro Montt 1	0,28	0,28
65	Los Lingues	0,34	0,45	66	Dávila	0,22	1,01
67	Conguillfo	0,11	0,24	68	Pineda	0,91	1,69
69	Valdivia	0,41	1,20	70	Riquelme	1,32	1,41
71	Carrera	0,11	4,35	72	Balmaceda	0,25	0,27

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los colectores con asterisco (*) están en contrapendiente, por lo que se asumió una pendiente mínima igual a cero, ergo, un caudal de porteo cero, en los otros colectores no se consideró en el caudal mínimo los tramo en contrapendiente.

3.2 Canales Urbanos

El levantamiento de los canales con influencia de aguas lluvia se realizó mediante la ejecución de una serie de perfiles transversales distribuidos a lo largo del eje de cada canal.

Por otra parte, la modelación hidráulica de los canales, con el software Hec-Ras, que sirve como base para el cálculo de su capacidad.

La información de perfiles de cada tramo de canal (pendiente y sección), se traspasa a planilla Excel para el cálculo de la capacidad considerando altura normal de escurrimiento.

3.2.1 Resumen de Canales

En el cuadro que sigue, se identifican los canales catastrados y se indican algunas características relevantes.

Cuadro N° 3.3: Canales Abiertos o Entubados Catastrados

Nombre del canal	Material	Perfiles Transversales Nº	Longitud [m]	Capacidad Situación Actual		Capacidad Situación Mejorada	
				Mínima (l/s)	Máxima (l/s)	Mínima (l/s)	Máxima (l/s)
1 - EL EDEN	-	-	-	-	-	-	-
2 - HUIDOBRO	Tierra	10	369	1.545	5.855	1.602	7.589
3 - MAMUIL MALAL	Tierra	3	77	382	1.189	495	1.541
4 - MARTABID-2	Tierra/Entubado	22	721	355	24.950	460	29.108
5 - ALBATROS	Tierra	12	444	186	4.784	242	6.201
6 - VOIPIR	Tierra	9	262	782	38.082	1.014	44.429
7 - COLO-COLO	Tierra/Entubado	20	748	317	32.162	411	41.691
8 - HECTOR VEILLON COULOMB	Tierra	61	2.372	0	1.883.656	0	2.441.776
9 - WEBER1	Tierra	59	2.302	1.025	26.832	1.329	34.782
10 - WEBER (LAUTARO)	Tierra	21	766	63	5.703	82	7.392
11 - MUNICIPAL	Revestido Hormigón	11	363	189	3.322	245	3.875
12 - WEBER2	Tierra	32	1.026	205	16.677	266	21.618
13 - WEBER3	Tierra/Entubado	56	3.267	40	259.331	51	336.170
14 - MARIO CORTES-1	Tierra	121	4.479	67	79.346	87	102.855
15 - MARIOCORTES-2	Tierra	19	737	32	512	42	664
16 - LOS NOTROS	Tierra/Entubado	2	107	74	74	96	96
17 - COSTANERA	Revestido Hormigón	15	180	229	1.038	267	1.211
18 - CABAÑA RISOR	Tierra	7	250	1.282	42.302	1.662	54.836
19 - ZUNIGA	Tierra	16	395	435	71.508	563	92.695
20 - MATTA	Tierra	14	205	33	1.519	43	1.772
21 - PRAT	Entubado	5	70	72	811	94	1.051
22 - ISABEL RIQUELME	Tierra	4	34	852	852	1.105	1.105
23 - VALDIVIA	Tierra	4	58	233	804	302	1.042
24 - LONCOCHE	Tierra	6	232	33	19933	43	25.839
25 - PEDREGOSO	Tierra	6	102	366	2.474	474	3.207
Longitud Total Canales[m]			19.565				

Fuente: Elaboración Propia

En general los canales son públicos, a excepción de los canales Mario Cortés-1, Mario Cortés-2 y Weber-1, que son privados

3.3 Cauces Naturales

3.3.1 Metodología

El catastro de los cauces naturales se realizó mediante el levantamiento topográfico de perfiles transversales.

El detalle con la capacidad hidráulica de los cauces naturales se entrega en el Anexo VI.3.1, para lo cual se ejecutó la modelación hidráulica de cada uno –a partir de los perfiles antes señalados- con el software HEC-RAS 4.1.0, desarrollado por Hydrologic Engineering Center (US Army Corps of Engineers). Luego, la capacidad se estimó como aquel caudal cuya altura normal es la máxima profundidad topográficamente posible –sin generar desborde- en cada perfil modelado, en su situación actual (correspondiente a tierra con vegetación) así como verificando para una situación mejorada (mantenimiento de limpieza de los cauces).

Cabe destacar que la disminución de la rugosidad de los cauces para la condición mejorada implica limpieza, desmalezamiento y otras acciones correctivas de este tipo, tal que no se afecte la condición turística ni se ponga en riesgo la capacidad hidráulica de los cauces, es decir, no implica modificación de secciones y tampoco *desvegetación* del área.

3.3.2 Resumen

A continuación se muestra un resumen con la identificación y caracterización de los cauces naturales catastrados.

Cuadro N° 3.4: Resumen de Estudio de Crecidas

Estero	Q [m³/s]					
	T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años
Lláu-Lláu	12,9	16,1	18,1	21,5	23,9	26,4
Conquil	3,9	4,9	5,5	6,5	7,2	8,0
Iribarren	1,9	2,3	2,6	3,1	3,5	3,8
Escondido	5,0	6,2	7,0	8,3	9,2	10,2
Lefún	8,2	10,2	11,5	13,7	15,2	16,8
Huichatio	23,3	29,2	32,9	39,1	43,4	48,0
Molco	20,7	25,9	29,1	34,6	38,4	42,5
Loncotraro	8,1	10,1	11,4	13,6	15,1	16,6
Los Chilcos	4,2	5,2	5,9	7,0	7,7	8,5
Correntoso	20,7	25,9	29,1	34,6	38,4	42,5

Fuente: Elaboración propia

3.4 Vías Evacuadoras de Aguas Lluvias

Adicionalmente al levantamiento de esteros, canales y redes de aguas lluvias, es necesario realizar un levantamiento parcial de la vialidad urbana, esto con el objetivo de poder entregar un correcto diagnóstico de las capacidades de evacuación y recolección de aguas lluvias dentro de la ciudad de Villarrica.

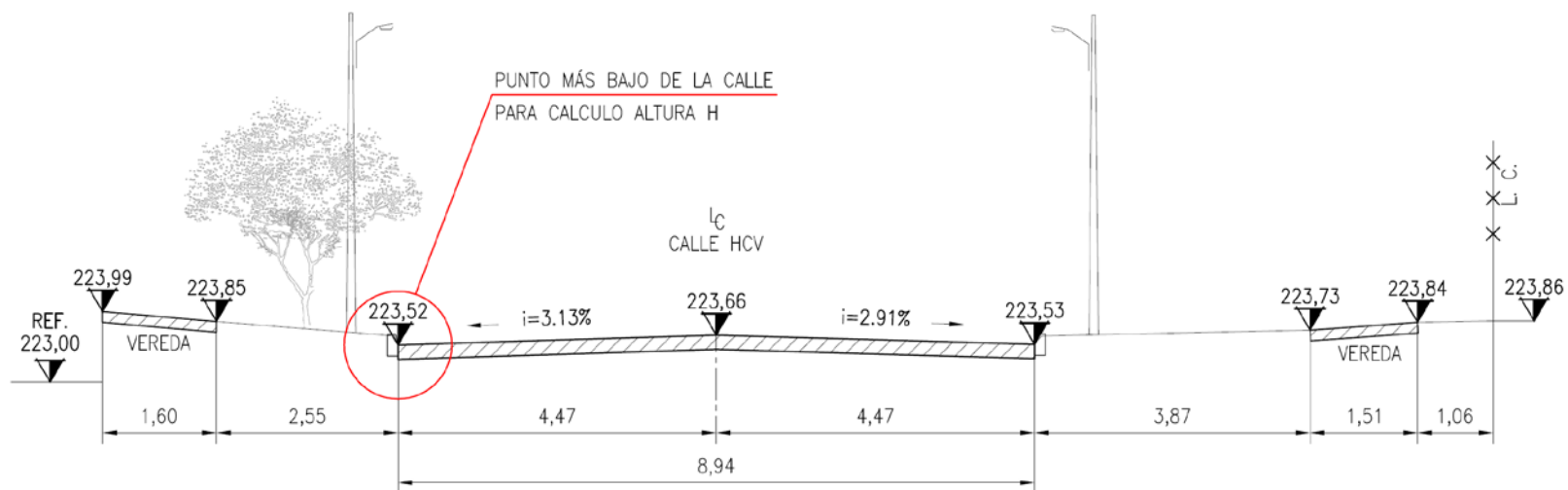
La selección de calles se realizó en base a la información obtenida durante las visitas en terreno, la cual permitió identificar 4 tipos característicos de obras viales:

- **Avenidas:** Corresponde a vialidad que presenta un bandejón central y cuatro pistas de circulación.
- **Calles Mayores:** Corresponde a Vialidad sin bandejón central y dos pistas de circulación, cuyo ancho vial esta en torno a los 4 m por pista.
- **Calles Menores:** Corresponde a Vialidad sin bandejón central y dos pistas de circulación, cuyo ancho vial esta en torno a los 3,5 m por pista.
- **Costanera:** Corresponde a vialidad de la Costanera Pucará, aparte de su geometría el principal factor es que dicha vialidad descarga directamente al Lago Villarrica por lo que su capacidad se encuentra limitada a la altura bajo el nivel de acera (alturas menores a 20 cm).

La tipificación precedente fue presentada a la Inspección Fiscal en forma previa a la ejecución de los trabajos.

Figura N° 3.2: Ejemplo perfil calle, para determinación de altura pelo de agua

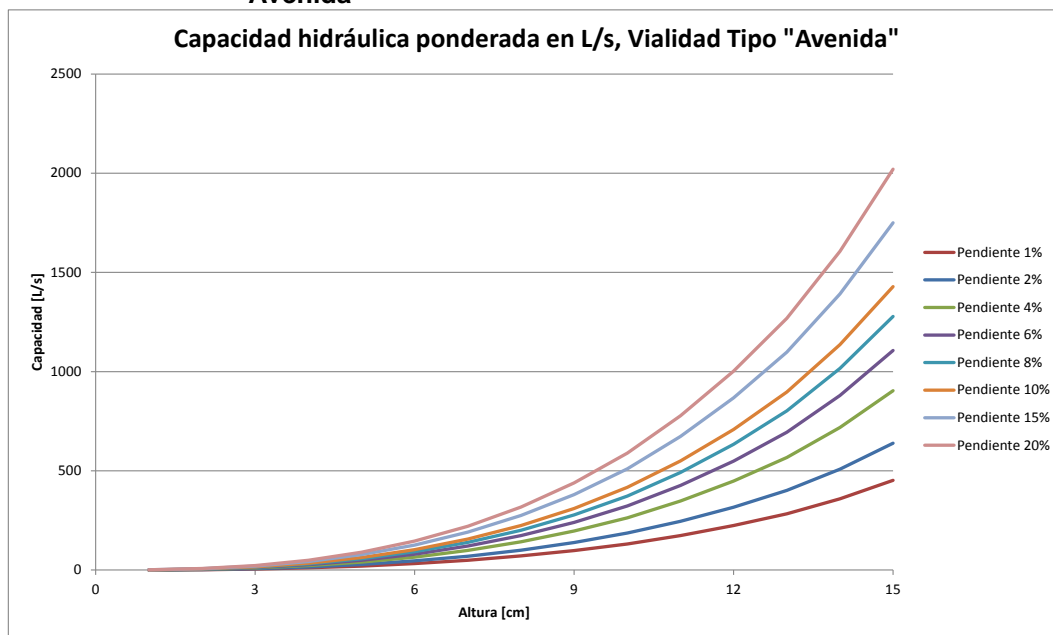
SECCIÓN CALLE
SIN ESCALA



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA REPRESENTATIVA VIALIDAD TIPO “AVENIDA”

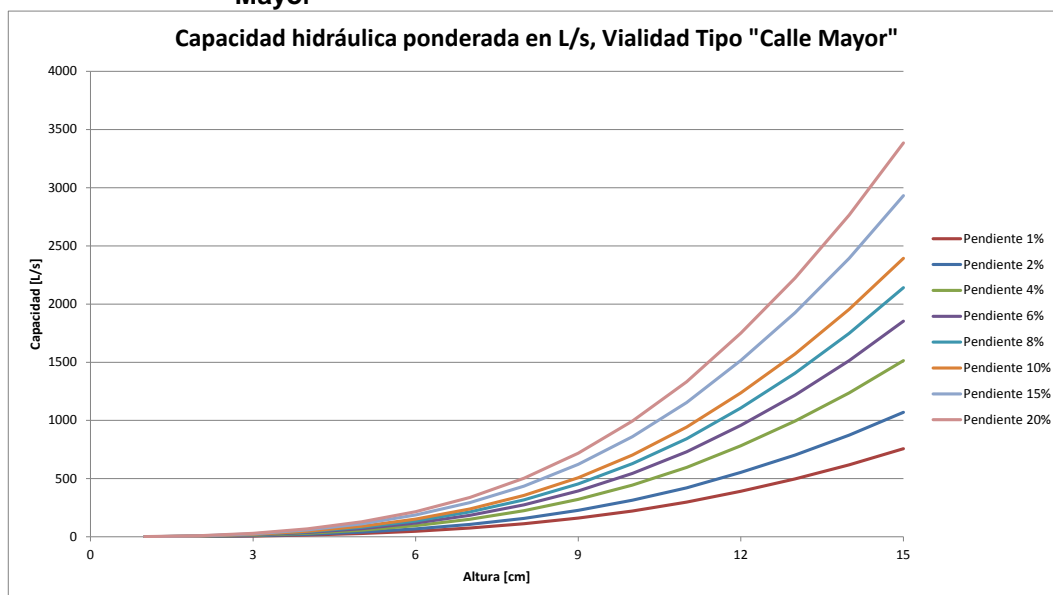
Gráfico N° 3.1: Capacidad hidráulica para distintas altura y pendientes, vialidades tipo “Avenida”



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2 CAPACIDAD HIDRÁULICA REPRESENTATIVA VIALIDAD TIPO “CALLE MAYOR”

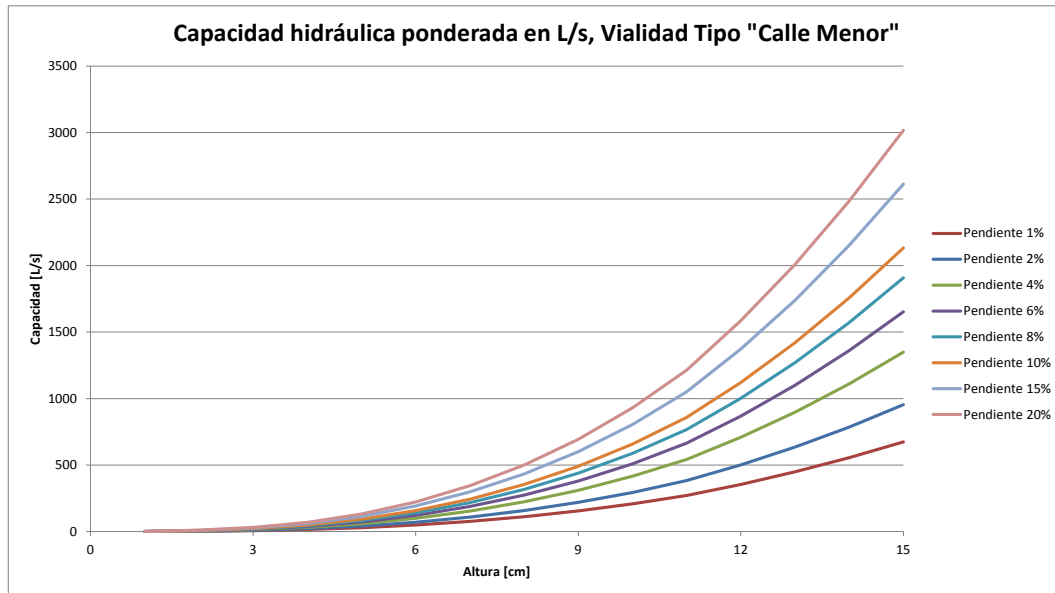
Gráfico N° 3.2: Capacidad hidráulica para distintas altura y pendientes, vialidades tipo “Calle Mayor”



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.3 CAPACIDAD HIDRÁULICA REPRESENTATIVA VIALIDAD TIPO “CALLE MENOR”

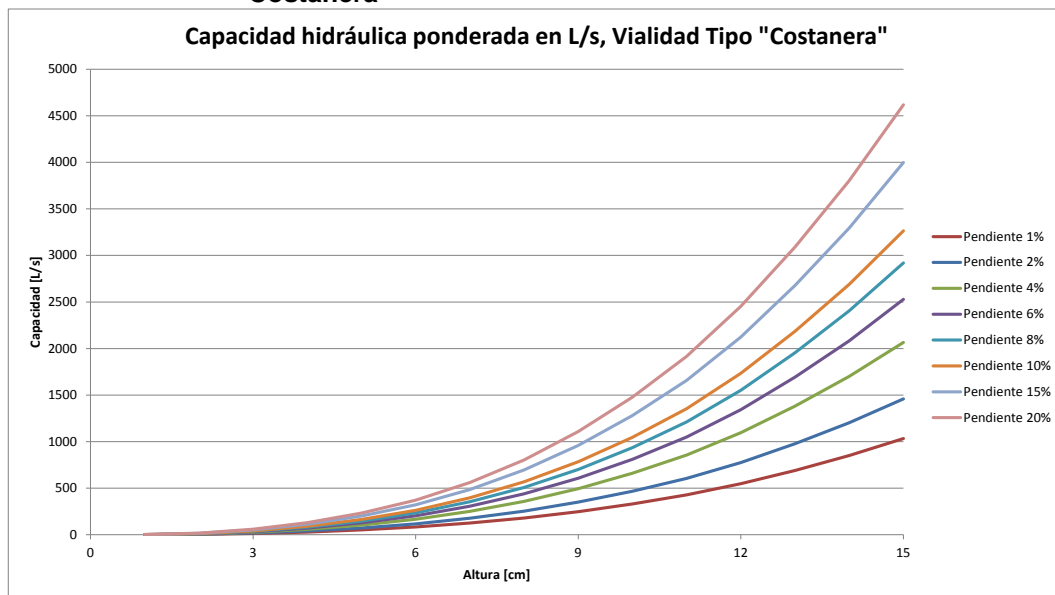
Gráfico N° 3.3: Capacidad hidráulica para distintas altura y pendientes, vialidades tipo “Calle Menor”



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.4 CAPACIDAD HIDRÁULICA REPRESENTATIVA VIALIDAD TIPO “COSTANERA”

Gráfico N° 3.4: Capacidad hidráulica para distintas altura y pendientes, vialidades tipo “Costanera”



Fuente: Elaboración propia

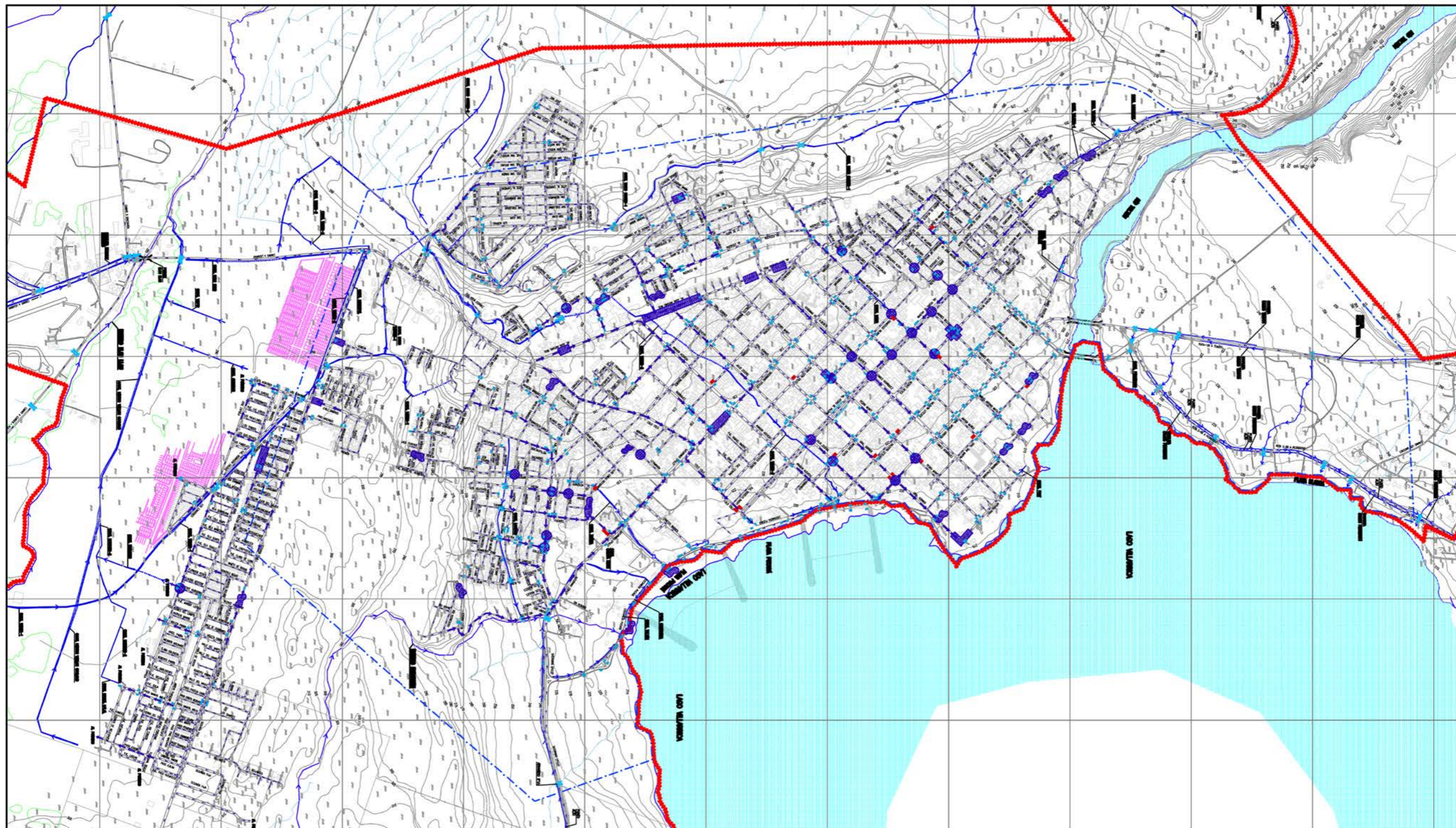
Esta información será utilizada en la Etapa IV de Modelación, tanto en los sectores que cuentan con red de aguas lluvia como en aquellos que carecen de ella. También esta información será útil en etapas posteriores como por ejemplo durante la evaluación económica de las obras propuestas.

4 PATRÓN DE DRENAJE Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

4.1 Identificación del Patrón de Drenaje

El patrón de drenaje identificado para el área de proyecto se encuentra graficado en la figura siguiente.

Figura N° 4.1: Patrón de Drenaje



Fuente: Elaboración propia

4.2 Alternativas

4.2.1 Reducción de Caudales Máximos

Según la literatura, existen 2 formas principales de reducir los caudales máximos, a saber:

- Pozos o drenes de infiltración.
- Estanques o Lagunas de amortiguación.

En este caso, con relación a los pozos y drenes de infiltración, debe señalarse que, dadas las condiciones de baja permeabilidad del suelo y existencia de napa a poca profundidad, no es factible implementar obras de este tipo.

Con relación a los estanques o lagunas de amortiguación los únicos canales o cauces en los cuales podría ser beneficioso implementarlos son los canales Weber-3, Mario Cortes y Weber (Lautaro). Sin embargo, estos canales atraviesan la zona urbana en la cual no hay espacio disponible para la materialización de una obra de este tipo cuyas dimensiones, en general, no son menores.

Por otra parte, los canales Weber-3 y Mario Cortés son privados y no pueden ser intervenidos por entes estatales en el marco del Plan Maestro de Aguas Lluvias.

En consecuencia no se considera factible la aplicación de obras de este tipo para el presente Plan Maestro.

4.3 Análisis de alternativas, pre dimensionamiento y Costeo

4.3.1 Introducción

Conforme lo indicado en el capítulo correspondiente a criterios de diseño, el período de retorno de diseño a adoptar será de 2 años para los colectores, 10 años para canales abiertos y 100 años para esteros y cauces.

Sin perjuicio de lo anterior, según lo convenido con la inspección fiscal, podrán diseñarse con un periodo de retorno mayor aquellos colectores estructurantes, o que drenen sectores cercanos a cruces de caminos principales, o a un centro hospitalario o a una estación de bomberos, por ejemplo, y que por lo tanto puedan tener mayor incidencia en el normal desempeño de la ciudad que el resto de la red de aguas lluvias.

De este modo, por ser colectores principales, estructurantes de la red de aguas lluvias, se ha definido que los siguientes colectores se diseñen para un periodo de retorno de 5 años:

- Colector General Korner, para las alternativas A y B.
- Colector Julio Zegers, para las alternativas C y D.

El diseño de estos colectores para T=5 años se obtiene a través del modelo SWMM con las soluciones para T=2 años, corrido con la lluvia de diseño de T=5 años. En este escenario, de ser necesario, se aumenta la capacidad de los colectores elegidos como estructurantes, de modo que se cumpla la condición $h/D \leq 0,8$.

4.3.2 Planteamiento de Alternativas de Solución

Las soluciones planteadas obedecen a los siguientes objetivos principales, por orden de prioridad, a saber:

- 1°.- Eliminar la inundación de calles por sobre los 5 cm.
- 2°.- Eliminación o reducción de las descargas de aguas lluvias hacia el Lago Villarrica.
- 3°.- Eliminación o reducción de las descargas hacia el canal Weber-3, aguas abajo de El Molino. Este objetivo se relaciona con el precedente, pues el canal Weber descarga al lago Villarrica. Por otra parte, este canal pasa en la actualidad por recintos particulares.
- 4°.- Eliminación de descargas de aguas lluvias hacia canales de riego. En la actualidad los canales Mario Cortés y Weber 3, reciben aguas lluvias, lo que ha afectado a los propietarios de dichos canales.
- 5°.- Cubrir todas las áreas de urbanización futura dentro del área de estudio.

En términos generales, se definen cuatro alternativas (Alternativas A, B, C y D), cada una focalizada en los siguientes criterios:

Alternativa A: Busca en lo principal reducir las descargas al lago Villarrica, lo que se traduce en descargar hacia el río Toltén o hacia el estero Iribarren, eliminándose al máximo las descargas al lago.

Alternativa B: Corresponde a la misma alternativa A, pero sin uso de infraestructura privada.

Alternativa C: Alternativa con descarga al lago Villarrica.

Alternativa D: Corresponde a la misma alternativa C, pero sin uso de infraestructura privada.

Por otra parte, dada la topografía de cada sistema, algunos de ellos no presentarán cambios en su forma entre una alternativa y otra; y otros podrán presentar cambios relativamente menores.

4.3.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA SOLUCIÓN

La selección del periodo de retorno (TR) de diseño de los colectores se ha definido en conjunto con la inspección fiscal del estudio.

4.3.3.1 VERIFICACIÓN

Como el diseño se hizo para TR=2 años, las razones h/D de cada tramo de colector serán siempre menores o iguales a 0,8, por requerimiento de diseño.

Por otra parte, para caudales asociados a TRs mayores, de 5 o 10 años por ejemplo, la altura de escurrimiento evidentemente aumentará, alcanzando en algunos casos una razón h/D igual a 1 o superior, por lo que la tubería entra en presión. Sin embargo, ello no significa que se produzcan desbordes. En consecuencia, aunque para periodos superiores al de diseño no se cumpla que h/D sea menor o igual que 0,8, igualmente el colector estará prestando su función, entregando el mismo servicio (o beneficio), y en consecuencia no amerita tener mayor capacidad.

En los cuadros siguientes se resume el comportamiento de los colectores proyectados por alternativa, cuantificándose en número de tramos en que, para TR=2, 5 y 10 años, se cumple lo siguiente:

- Casos en que $h/D \leq 0,8$.
- Casos en que $0,8 < h/D \leq 1$.
- Casos en que $h/D > 1$.

Cuadro N° 4.1 Resumen de evaluación de h/D, Alternativa Minimizando Descargas al Lago Villarrica (A).

Restricción	Número de Casos			Porcentaje		
	TR=02	TR=05	TR=10	TR=02	TR=05	TR=10
$h/D \leq 0,8$	566	467	449	100,0%	82,5%	79,3%
$0,8 < h/D \leq 1$	0	97	67	0,0%	17,1%	11,8%
$h/D > 1$	0	2	50	0,0%	0,4%	8,8%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 4.2 Resumen de evaluación de h/D, Alternativa Minimizando Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (B).

Restricción	Número de Casos			Porcentaje		
	TR=02	TR=05	TR=10	TR=02	TR=05	TR=10
$h/D \leq 0,8$	595	496	478	100,0%	83,4%	80,3%
$0,8 < h/D \leq 1$	0	97	67	0,0%	16,3%	11,3%
$h/D > 1$	0	2	50	0,0%	0,3%	8,4%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 4.3 Resumen de evaluación de h/D, Alternativa Con Descargas al Lago Villarrica (C).

Restricción	Número de Casos			Porcentaje		
	TR=02	TR=05	TR=10	TR=02	TR=05	TR=10
$h/D \leq 0,8$	561	462	444	100,0%	82,4%	79,1%
$0,8 < h/D \leq 1$	0	97	67	0,0%	17,3%	11,9%
$h/D > 1$	0	2	50	0,0%	0,4%	8,9%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 4.4 Resumen de evaluación de h/D, Alternativa Con Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (D).

Restricción	Número de Casos			Porcentaje		
	TR=02	TR=05	TR=10	TR=02	TR=05	TR=10
h/D ≤ 0,8	590	491	473	100,0%	83,2%	80,2%
0,8 < h/D ≤ 1	0	97	67	0,0%	16,4%	11,4%
h/D > 1.	0	2	50	0,0%	0,3%	8,5%

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.2 CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se aprecia que tanto para 5 y 10 años, las alternativas Minimizando Descargas al Lago Villarrica (A) y Minimizando Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (B) poseen un mayor porcentaje de tramos que superan la razón $h/D = 0,8$, siendo indicativo que los colectores de las alternativas Con Descargas al Lago Villarrica (C) y Alternativa Con Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (D) presentan un mejor desempeño hidráulico al ser sometidas a una mayor solicitación. Lo anterior se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 4.5 Resumen de evaluación de h/D, Para todas las Alternativas

Alternativa	Porcentaje Colectores en Rango $h/D > 0,8$	
	TR=05	TR=10
Alternativa Minimizando Descargas al Lago Villarrica (A)	17,50%	20,60%
Alternativa Minimizando Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (B)	16,60%	19,70%
Alternativa Con Descargas al Lago Villarrica (C)	17,70%	20,80%
Alternativa Con Descargas al Lago Villarrica y Sin Uso de Infraestructura Privada (D)	16,70%	19,90%

Fuente: Elaboración propia

En otras palabras, más del 80% de los colectores proyectados para TR=2 años, cuenta con capacidad remanente para responder ante eventos de lluvia con TR=5 y TR=10 años.

En conclusión, un diseño para TRs mayores que 2 años no aportaría mayores beneficios, y en consecuencia no tendría justificación.

Lo anterior ratifica que el criterio adoptado (TR de diseño = 2 años), es adecuado.

Cabe destacar que los sumideros, deberán diseñarse con una capacidad de captación equivalente a un periodo de retorno de 5 años, tanto para poder aprovechar la disponibilidad de la red propuesta, como para prevenir los efectos adversos generados de sumideros mal ubicados, fallas de mantención de los mismos y defectos a causa de los procesos típicos de intervención de otros servicios de la ciudad.

4.4 Selección de la Solución

4.4.1 Resumen de Valoración Preliminar de las Obras Propuestas

En el cuadro siguiente se resumen los costos totales por alternativa.

Cuadro N° 4.6 Resumen de Costos Totales por Alternativa

Obra	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D
Colectores - Obras Comunes	31.428.272.293	31.428.272.293	31.428.272.293	31.428.272.293
Colectores - Obras Especificas	11.212.883.059	13.997.041.205	10.961.316.853	13.783.514.210
Cauces Abiertos - Obras Comunes	12.219.103.999	12.219.103.999	12.219.103.999	12.219.103.999
Cauces Abiertos - Obras Especificas	0	4.367.350.808	0	4.367.350.808
TOTAL	54.860.259.351	62.011.768.305	54.608.693.145	61.798.241.310

Fuente: Elaboración propia

- Precios en \$ de julio de 2015. IPC julio 2015 =109,14 (Base promedio 2013 = 100)
- Valores incluyen imprevistos (30%), gastos generales y utilidades (55%), e inspección de obras (6%). Incluyen IVA (19%).

5 SOLUCIONES Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 Introducción

Se desarrolla la pre-factibilidad de cada solución elegida, con la precisión que permite una cartografía escala 1:2.000, con cotas en todas las esquinas, que permitió desarrollar curvas de nivel cada 1 m. Se plantearon las soluciones hasta un nivel de perfil de red de recolección, que permite considerar los caudales con el suficiente nivel de discretización que exige la factibilidad de entrega gravitacional, el reconocimiento del terreno, el dimensionamiento hidráulico y la viabilidad de las soluciones, de manera de conocer los costos de construcción, operación y mantenimiento de cada una de ellas en términos comparables. Las soluciones elegidas se dimensionan para los períodos de retorno que se indican el cuadro siguiente:

Cuadro N° 5.1 Período de Retorno de Diseño por Tipo de Obra

Elemento	Período de Retorno de Diseño (años)
Cauces Naturales	100
Canales	10
Colectores	
Colector estructurante Korner	5
Todos los Otros colectores	2

Fuente: Elaboración propia.

Todas las soluciones elegidas, son de tipo gravitacional incluyendo colectores, mejoramiento de canales abiertos o entubados y mejoramiento de cauces naturales.

5.2 Desarrollo y Viabilidad de la solución por sistema

5.2.1 Situaciones particulares

Cabe señalar que de los 52 sistemas definidos, 2 presentan situaciones especiales, que se describen a continuación.

Caso 1: Caudal evacuado por la Central Hidroeléctrica (Sistema Weber-1)

En el sistema (14) Weber-1 se emplaza la central Hidroeléctrica, de propiedad de la familia Weber, y el caudal pasante (1.000 L/s como máximo) se conduce aguas abajo a través del colector de aguas lluvias existente, Weber-1, que pasa por la calle Caupolicán.

Esta es una situación de hecho, que para nuestro análisis constituye un DATO de la causa.

En consecuencia, el colector Weber-1 ha sido modelado con un caudal base de 1.000 L/s, y el resto de la capacidad es la que se ocupa para conducir las aguas lluvias del sistema.

El colector Weber-1 es de 1.000 mm en toda su longitud, y su capacidad da abasto para conducir las aguas lluvias y las aguas de la central hidroeléctrica.

Caso 2: Derechos de agua permanentes del Molino Weber

El Molino Weber tiene derechos de agua por 350 L/s².

De acuerdo con lo solicitado por la inspección fiscal, se ha modelado el efecto que tendría No captar estos 350 L/s por el colector Korner (definido como Caso 1), captar estos 350 L/s por el colector Korner (definido como Caso 2), sensibilizando para 1.000 L/s (definiéndose como caso 3), los mayores costos asociados a cada caso, se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 5.2 Sensibilización Costos de Suministro e Instalación. Colector Korner.

Diam (mm)	Longitud (m)		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
1000	317,94	317,94	317,94
1200	734,2	429,95	155,29
1400	0	54	38,05
1600	563,2	467,89	758,5
1800	1024,88	1370,44	1370,44
TOTAL (m)	2640	2640	2640
TOTAL (\$)	690.073.170	721.712.196	741.616.127
Delta (\$)	0	31.639.026	51.542.957
Delta %	0,0%	4,4%	7,0%

Fuente: Elaboración propia

Costos consideran sólo costo base: Suministro e Instalación de Tuberías (sin GG y Ut., sin costos de inspección, sin IVA).

² Fuente: entrevista con integrantes de la familia Weber, Roland Weber, Subgerente Molinera Villarrica.

Como se podrá apreciar, agregar 350 L/s al colector Korner induce un aumento en los costos de inversión (suministro e instalación de la tubería) de MM\$ 31, o de MM\$51 si se agregan 1.000 L/s.

5.3 Diferenciación de Proyectos para la Evaluación Económica

De acuerdo a instructivo del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), en este informe se considera que para aquellos proyectos cuyo monto de inversión es menor a UF 30.000, se aplicará la metodología de “Costo Eficiencia” y para los que resulten con un costo de inversión superior a dicho valor, se aplicarán los indicadores asociados al enfoque de evaluación de “Costo – Beneficio”³.

Al realizar la selección de los proyectos en base al criterio señalado, se obtiene la siguiente situación:

- N° Proyectos a ser evaluados desde el punto de vista de “Costo – Beneficio” = **8**.
- N° Proyectos a ser evaluados desde el punto de vista “Costo – Eficiencia” = **44**.

Para calcular estos indicadores se realizó el flujo de caja respectivo, el que fue llevado a valor actual utilizando la tasa social de descuento sugerida por MIDESO (6%).

5.4 Evaluación Económica. Proyectos Costo-Beneficio

5.4.1 Costos Sociales

A continuación en el Cuadro N° 5.3 se presentan de manera resumida, los costos de inversión asociados a los 52 sistemas identificados. Se incluyen tanto los costos privados como los sociales (en UF), obtenidos éstos últimos, aplicando, sobre los costos privados sin IVA, el factor de corrección social (FCS) 0,95, de acuerdo con lo instruido por MIDESO.

Cuadro N° 5.3: Presupuesto Privado y Social a Nivel de Factibilidad (UF)

Numero	Sistema	Costo Privado (sin IVA)	Costo Social	Numero	Sistema	Costo Privado (sin IVA)	Costo Social
1	Pedregoso Norte	1.959,38	1.861,42	27	Escondido	11.154,30	10.596,58
2	Pedregoso Centro	3.869,96	3.676,46	28	Tres Lagunas	888,87	844,42
3	Pedregoso Sur	20.994,83	19.945,09	29	Lefun	12.651,42	12.018,85
4	Tolten Norte	0,00	0,00	30	Huichatio	3.844,95	3.652,71
5	Valdivia	50.320,10	47.804,09	31	Leli Pillan	863,92	820,73
6	Tolten Sur	3.605,12	3.424,86	32	Molco	10.061,35	9.558,29
7	Carrera	16.764,11	15.925,91	33	Huimpalay	349,95	332,46

³ Instructivo MINDES “Sector Agua Potable y Alcantarillado Subsector Aguas Lluvias. Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias. Orientaciones Sectoriales”. 2013.

Cuadro N° 5.3 (Continuación)

Numero	Sistema	Costo Privado (sin IVA)	Costo Social	Numero	Sistema	Costo Privado (sin IVA)	Costo Social
8	Borde Lago 1	1.052,92	1.000,28	34	Loncotraro	7.350,16	6.982,65
9	Villarrica Centro	229.365,32	217.897,05	35	Los Chilcos	0,00	0,00
10	Borde Lago 2	7.206,45	6.846,13	36	Correntoso	10.140,72	9.633,68
11	Borde Lago 3	3.011,25	2.860,69	37	Loncoche	2.047,26	1.944,89
12	Weber 3	39.687,13	37.702,78	38	Mario Cortes	1.837,10	1.745,25
13	Colo Colo	4.978,14	4.937,08	39	Voipir-4	2.247,71	2.135,33
14	Zuñiga	41.490,09	39.415,58	40	Voipir-3	0,00	0,00
15	Weber 1	38.300,40	36.385,38	41	Voipir-2	1.359,73	1.291,74
16	Weber-Lautaro	38.943,96	37.496,40	42	Los Notros	86.015,51	82.026,51
17	Iribarren Poniente	680,67	646,63	43	Weber 2	1.545,08	1.467,82
18	Iribarren Oriente	2.913,05	2.767,40	44	Voipir-1	2.088,53	1.984,10
19	La Puntilla	0,00	0,00	45	Llau Llau Poniente	653,55	620,88
20	Puerto Pinar	484,11	459,91	46	Cementerio	4.693,42	4.583,46
21	Alto Pinar	646,24	613,93	47	Los Castaños	0,00	0,00
22	Hinojal	616,76	585,93	48	Ingeniero Veillon	146.541,70	139.214,61
23	Los Guindos	698,40	663,48	49	Llau Llau Oriente	0,00	0,00
24	Rucaforon	793,63	753,95	50	Conquil Poniente	5.404,66	5.134,43
25	Rucalemu	960,29	912,28	51	Conquil Centro	19.702,11	18.717,01
26	Menetue	1.993,15	1.893,49	52	Conquil Oriente	7.362,72	6.994,58

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el contenido del Cuadro precedente, corresponde evaluar económico – socialmente, bajo la modalidad de “Costo – Beneficio”, 8 sistemas, por presentar inversiones superiores a las UF 30.000. Ellos son los que se muestran a continuación con la Inversión Social correspondiente:

- Sistema 05: Valdivia 47.804 UF
- Sistema 09: Villarrica Centro 229.365 UF
- Sistema 12: Weber 3 37.703 UF
- Sistema 14: Zuñiga 39.416 UF
- Sistema 15: Weber 1 36.385 UF
- Sistema 16: Weber-Lautaro 37.496 UF
- Sistema 42: Los Notros 82.027 UF
- Sistema 48: Ingeniero Veillon 139.214 UF

Los 44 sistemas restantes serán evaluados conforme la metodología de “Costo – Eficiencia”.

5.4.2 Proyectos a ser evaluados por “Costo – Beneficio”

Como criterios generales es pertinente señalar que se optó por buscar soluciones gravitacionales a la evacuación y drenaje de aguas lluvias en cada sistema, con el objeto de evitar costos operacionales permanentes, asociados a la operación y mantenimiento de plantas elevadoras.

5.4.3 Evaluación Económica y Cálculo de Indicadores

Se prepararon los flujos de caja de los 8 sistemas evaluados por “Costo Eficiencia”. Se acordó con DOH que no se invirtieran más de 100.000 UF por año, en cada sistema, de modo que en aquellos casos en que la inversión fuera superior a dicha cifra se distribuiría por partes iguales en los años necesarios. Así, la inversión del sistema Villarrica Centro se distribuyó en cantidades iguales en 3 años, en tanto la inversión de los Sistemas Los Notros e “Ingeniero Veillón, en 2 años. El resto de los sistemas se planteó la inversión total en un año. Como se señaló, se aplicó año a año un gasto por mantenimiento equivalente al 0,2% de la inversión inicial. Considerando una vida útil de 50 años y depreciación lineal, se consideró que al horizonte de evaluación de 30 años, existirá un valor residual que se contabiliza en ese año. Los beneficios, asociados a daño evitado y ahorro de costos se contabilizaron año a año con sus respectivas tasas de crecimiento; los beneficios por terrenos baldíos, dado que se aplicó la metodología de precios hedónicos se contabilizaron el año cero, correspondiente al año de la inversión. Los flujos se descontaron al 6% y se calcularon los indicadores financieros de Valor Actualizado Neto Social (VANS), Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y Tiempo de Recuperación del Capital Social (TRCS).

A continuación se realiza un análisis de sensibilidad en donde los resultados obtenidos se someten a diversos supuestos de variación de los parámetros analizados.

- Análisis de riesgo y sensibilidad

Se analizan las fuentes de riesgo durante las etapas de inversión y operación de los proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias y se indican los métodos posibles para incorporar el riesgo en su evaluación.

- Formas de incorporar el riesgo

Tanto la metodología de precios hedónicos como la metodología de daño evitado incorporan el hecho de que la pluviometría es una variable aleatoria⁴, por lo que el valor de beneficios que se obtiene corresponde a un valor esperado.

Para incorporar en el análisis el riesgo asociado a otras fuentes, se debe realizar un análisis de sensibilidad como se indica en el Cuadro siguiente, de acuerdo con lo señalado por el MIDESO:

Cuadro N° 5.4: Parámetros para Análisis de Sensibilidad

Tipo de Evaluación	Variable a Sensibilizar	Procedimiento
Costo-Beneficio	Inversión	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular VANS \pm 30% del monto de inversión. • Calcular porcentaje de variación en el monto de Inversión que hace al VANS del proyecto igual a cero.
	Costos de Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular VANS \pm 30% del costo de operación y mantenimiento.
	Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • VANS \pm 20% cambio en el valor total beneficios • VANS \pm 20% valor de la propiedad (beneficios residenciales y recuperación de terrenos baldíos) • VANS \pm 20% valor residual • Calcular el porcentaje de cambio en los beneficios totales que hace al VANS del proyecto igual a cero.
Costo Eficiencia	Inversión	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular VACS o CAES \pm 30% del monto de inversión.
	Costos de Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular VACS o CAES \pm 30% del costo de operación y mantenimiento.

Fuente: “Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias”. MIDESO 2016

⁴ El método de “daño evitado esperado” utiliza las probabilidades de ocurrencia de cada evento, mientras que el método de precios hedónicos (y también valoración contingente) incorpora implícitamente las probabilidades subjetivas o individuales de ocurrencia de esos eventos.

En el cuadro siguiente, se presentan los resultados del análisis de Costo Beneficio.

Cuadro N° 5.5: Síntesis Resultados de la Evaluación Económica en Sistemas evaluados mediante “Costo – Beneficio” (UF)

CONCEPTO	Unidad	Valdivia	Villarrica Centro	Weber 3	Zuñiga	Weber 1	Weber-Lautaro	Los Notros	Ingeniero Veillon	Sistema Global
		Sistema 05	Sistema 09	Sistema 12	Sistema 14	Sistema 15	Sistema 16	Sistema 42	Sistema 48	
Inversión Social *	[UF]	47.804	217.897	37.703	39.416	36.385	37.496	82.027	139.215	637.942
Valor Residual Inversión. VRIS	[UF]	-19.122	-91.517	-15.081	-15.766	-14.554	-14.999	-32.811	-57.078	-260.927
CAN Inversión	[UF]	44.475	189.862	35.077	36.671	33.851	34.885	76.314	125.337	576.471
CAN Costos Mantenimiento	[UF]	1.316	1.865	1.038	1.085	1.002	1.032	2.258	1.851	11.447
CAN TOTAL	[UF]	45.791	191.727	36.115	37.756	34.853	35.917	78.572	127.187	587.918
BAN viviendas	[UF]	11.779	56.187	70.847	53.379	54.028	24.783	62.510	252.193	585.706
BAN Baldíos	[UF]	17	857	0	19.705	16.644	36.435	1.600	147.615	222.872
BAN Comercial & Industrias	[UF]	235	1.894	1.596	104	495	0	0	30	4.353
BAN Publico	[UF]	529	604	1.522	0	0	0	0	0	2.656
BAN Reparación Vehículos	[UF]	0	0	464	1.332	2.552	0	1.155	11.303	16.807
BAN Infraestructura Vial	[UF]	3.251	9.453	9.496	8.079	5.171	2.550	2.688	25.374	66.062
BAN CGV	[UF]	129	2.636	1.966	197	635	19	67	878	6.527
BAN Limpieza de Sumideros	[UF]	1.355	17.579	3.567	4.209	3.567	1.641	1.355	5.010	38.284
BAN Menor Ausentismo Laboral	[UF]	357	1.346	1.062	907	910	378	773	4.275	10.008
BAN Menor Ausentismo Escolar	[UF]	96	411	439	343	359	154	365	1.665	3.831
BAN Menor Gasto de Salud	[UF]	21	142	261	182	201	89	248	917	2.061
BAN Menor Gasto emergencia ONEMI	[UF]	131	948	135	312	336	216	433	976	3.486
BAN TOTAL	[UF]	17.899	92.056	91.355	88.748	84.898	66.265	71.194	450.237	962.652
VANS	[UF]	-27.892	-99.671	55.240	50.992	50.045	30.348	-7.378	323.050	374.734
TIRS	[%]	0,9%	1,8%	16,3%	21,8%	21,9%	154,9%	5,3%	-	12,6%
TRCS (años)	[Año]	>30	>30	9	6	6	1	>30	0	13

Fuente: Elaboración Propia

VRIS: Valor Residual de Inversión Social; CAN: Costo Actualizado Neto Social; BAN: Beneficio Actualizado Neto Social; VANS: Valor Neto Actualizado Social; TIRS: Tasa Interna de Retorno Social; TRCS: Tiempo de Recuperación de la Inversión Social.

*: Inversión en Sistema Villarrica Centro, distribuida uniformemente en 3 años (años 0, 1 y 2). Inversión en Sistema Ingeniero Veillon, distribuida uniformemente en 2 años (años 0 y 1).

El Cuadro N° 5.5 presenta los flujos asociados a los proyectos que poseen montos de inversión mayor a UF 30.000 (M\$ 768.873). De la observación de los resultados obtenidos, se aprecia que, tomado en su conjunto, el proyecto se presenta rentable con una Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) del 12,6%, con un tiempo de recuperación del capital de 13 años. Sin embargo, de los 8 sistemas evaluados, tres de ellos presentan rentabilidades negativas; es el caso de los Sistemas Valdivia, Villarrica Centro y Los Notros, donde los beneficios no logran dar cuenta de la inversión, generando, para cada caso, un Valor Actual Neto Social (VANS) negativo.

El sistema “Villarrica Centro”, el más significativo en cuanto corresponde al centro de la ciudad y una superficie urbana muy importante, presenta indicadores negativos influenciado por la alta inversión que debe acometerse. Debe tenerse presente que, en este caso, la DOH dio instrucciones en orden a que el Colector Korner, fuese diseñado para un período de retorno de 5 años, en tanto todo el resto de la infraestructura lo fue para período de retorno de 2 años. Esta decisión explica un 5,8 % adicional, en los costos

directos de inversión, correspondiente a UF 12.638 de inversión social.

El sistema “Valdivia” no tiene niveles altos de inundación y presenta una inversión importante que beneficia a una población menor. El sistema “Los Notros” si bien presenta una inversión alta, se beneficia a más personas lo que hace que si bien los indicadores financieros se presentan negativos, se encuentra muy cerca de ser rentable con mínimas variaciones, a la baja en la inversión o al alza de los beneficios (sensibilización).

Presentado lo anterior, y dado que el desarrollo de la ingeniería se tiene solo a nivel de anteproyecto y que la estimación de beneficios incorpora una serie de supuestos, es pertinente, como señala de metodología elaborada por MIDESO, efectuar un análisis de sensibilidad, variando determinados guarismos asociados a inversión, y a operación y mantenimiento – por el lado de los costos – y a beneficios totales y a nivel de viviendas, como también a valor residual.

En el Cuadro 5.25 se presenta, luego de la sensibilización efectuada (, el porcentaje en que debiera reducirse la inversión, o incrementarse los beneficios, para que los proyectos presenten un VANS igual a cero, es decir, sean, desde el punto de vista de la conveniencia económico – social de ejecución del proyecto, neutros frente a una inversión alternativa que presente una rentabilidad de 6% (tasa de descuento).

Cuadro N° 5.6: Análisis de Sensibilidad proyectos.

		Ninguna	+30% Inversión	-30% Inversión	% Variación Inversión => VANS=0	+30% Costo Op. & Mant.	-30% Costo Op. & Mant.	+20% Total Beneficios	-20% Total Beneficios	+20% Valor Propiedad	-20% Valor Propiedad	+20% Valor Residual	-20% Valor Residual	% Variación Beneficios => VANS=0	
Valdivia	Sistema 05	% Variación			-60,9%									155,8%	
		VANS (UF)	-27.893	-41.630	-14.155	0	-28.287	-27.498	-24.313	-31.472	-24.313	-31.472	-27.227	-28.559	0
		TIRS	0,9%	0,1%	2,5%	6,0%	0,9%	1,0%	1,7%	0,2%	1,7%	0,2%	1,2%	0,6%	6,0%
Villarrica Centro	Sistema 09	% Variación			-52,5%									108,3%	
		VANS (UF)	-99.678	-157.196	-44.872	0	-100.238	-99.119	-81.268	-118.088	-81.268	-118.088	-96.491	-102.865	0
		TIRS	1,8%	0,8%	3,5%	6,0%	1,8%	1,9%	2,7%	1,0%	2,7%	1,0%	2,1%	1,6%	6,0%
Weber 3	Sistema 12	% Variación			152,9%									-60,5%	
		VANS (UF)	55.226	44.392	66.061	0	54.915	55.538	73.494	36.958	73.494	36.958	55.751	54.701	0
		TIRS	16,3%	12,5%	23,6%	6,0%	16,3%	16,4%	19,7%	13,0%	19,7%	13,0%	16,4%	16,3%	6,0%
Zuñiga	Sistema 14	% Variación			155,4%									-57,5%	
		VANS (UF)	50.983	39.656	62.309	-5.096	50.657	51.308	68.730	33.235	68.730	33.235	51.532	50.434	0
		TIRS	21,8%	14,1%	51,9%	5,5%	21,7%	21,9%	31,8%	15,0%	31,8%	15,0%	21,8%	21,8%	6,0%
Weber 1	Sistema 15	% Variación			143,6%									-58,9%	
		VANS (UF)	50.034	39.578	60.490	0	49.734	50.335	67.012	33.057	67.012	33.057	50.541	49.528	0
		TIRS	21,9%	14,5%	47,9%	6,0%	21,8%	22,0%	31,0%	15,3%	31,0%	15,3%	21,9%	21,8%	6,0%
Weber-Lautaro	Sistema 16	% Variación			84,5%									-45,8%	
		VANS (UF)	30.343	19.568	41.118	0	30.033	30.653	43.595	17.091	43.595	17.091	30.865	29.821	0
		TIRS	154,9%	15,3%	-	6,0%	152,8%	157,0%	-	17,7%	-	17,7%	154,9%	154,9%	6,0%
Los Notros	Sistema 42	% Variación			-9,4%									10,4%	
		VANS (UF)	-7.391	-28.112	16.180	0	-8.069	-6.714	6.845	-21.627	6.845	-21.627	-6.249	-8.534	0
		TIRS	5,3%	3,8%	8,1%	6,0%	5,2%	5,4%	6,6%	3,9%	6,6%	3,9%	5,4%	5,2%	6,0%
Ingeniero Veillon	Sistema 48	% Variación			278,7%									-71,7%	
		VANS (UF)	323.002	284.846	365.208	0	322.447	323.557	413.040	232.964	413.040	232.964	324.990	321.015	0
		TIRS	-	-	-	6,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0%

Fuente: Elaboración propia

5.5 Evaluación Económica. Proyectos Costo-Eficiencia

Como se ha señalado, 44 de los 52 sistemas independientes identificados en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Villarrica, por tener inversiones inferiores a las UF 30.000, corresponde – de acuerdo con la Metodología de MIDESO – evaluarlas socialmente mediante el análisis de “Costo – Eficiencia”, que supone que se ha seleccionado la alternativa más económica

5.6 Criterios para Priorización de Inversiones

Ante la imposibilidad práctica de emprender todas las inversiones contempladas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias elaborado para la ciudad de Villarrica, de una sola vez, se hace necesario integrar una matriz de criterios que aporten al propósito de establecer un orden de prioridades.

Dentro de los criterios a considerar se encuentran, sin duda, los indicadores financieros (VANS, TIRS, TRCS, VACS) como también el indicador que da cuenta de la cantidad de recursos financieros versus la población directamente beneficiada, calculado, para cada sistema, en los acápite anteriores. Se presenta a continuación, para cada sistema, los indicadores que podrían aportar al proceso de decisiones respecto de la cronología de inversiones.

En el Cuadro siguiente se muestran los sistemas priorizados en función del Indicador (UF de Inversión/Población directamente beneficiada), conjuntamente con los indicadores financieros calculados para cada sistema.

Cuadro N° 5.7: Evaluación Conjunta. Criterio de Indicador recursos invertidos por personas beneficiadas

Prioridad	ID	Sistema	Tipo Evaluación	CRITERIOS PARA TOMA DE DECISIONES DE PRIORIDAD					
				Indicador (UF/Hab.)	Habitantes	VANS	CANS	TIRS	TRCS
1	33	Huimpalay	Costo Eficiencia	1,7	183		318		
2	31	Leli Pillan	Costo Eficiencia	4,9	161		786		
3	26	Menetue	Costo Eficiencia	5,7	316		1.814		
4	6	Tolten Sur	Costo Eficiencia	6,5	505		3.281		
5	17	Iribarren Poniente	Costo Eficiencia	7,8	79		619		
6	28	Tres Lagunas	Costo Eficiencia	8,3	98		809		
7	1	Pedregoso Norte	Costo Eficiencia	9,6	185		1.783		
8	7	Carrera	Costo Eficiencia	9,6	1.582		15.255		
9	11	Borde Lago 3	Costo Eficiencia	9,8	281		2.740		
10	8	Borde Lago 1	Costo Eficiencia	9,8	98		958		
11	15	Weber 1	Costo Beneficio	12,2	2.867	50.034	34.853	21,9%	6
12	23	Los Guindos	Costo Eficiencia	13,0	49		636		
13	45	Llau Llau Poniente	Costo Eficiencia	13,5	44		595		
14	13	Colo Colo	Costo Eficiencia	14,0	636		8.886		
15	14	Zuñiga	Costo Beneficio	14,2	2.660	50.983	37.756	21,8%	6
16	48	Ingeniero Veillon	Costo Beneficio	14,9	8.560	323.002	127.187	-	0
17	22	Hinojal	Costo Eficiencia	18,7	30		561		
18	24	Rucaforon	Costo Eficiencia	19,0	38		722		
19	16	Weber-Lautaro	Costo Beneficio	19,5	1.841	30.343	35.917	154,9%	1
20	46	Cementerio	Costo Eficiencia	19,9	346		6.885		
21	20	Puerto Pinar	Costo Eficiencia	20,0	22		441		
22	34	Loncotraró	Costo Eficiencia	20,1	333		6.689		
23	42	Los Notros	Costo Beneficio	21,3	3.696	-7.391	78.572	5,3%	>30
24	9	Villarrica Centro	Costo Beneficio	22,4	8.549	-99.678	191.727	1,8%	>30
25	25	Rucalemu	Costo Eficiencia	26,5	33		874		
26	41	Voipir-2	Costo Eficiencia	26,9	46		1.237		

Cuadro N° 5.7 (Continuación)

Prioridad	ID	Sistema	Tipo Evaluación	CRITERIOS PARA TOMA DE DECISIONES DE PRIORIDAD					
				Indicador (UF/Hab.)	Habitantes	VANS	CANS	TIRS	TRCS
27	12	Weber 3	Costo Beneficio	31,4	1.151	55.226	36.115	16,3%	9
28	5	Valdivia	Costo Beneficio	41,0	1.116	-27.893	45.791	0,9%	>30
29	21	Alto Pinar	Costo Eficiencia	42,0	14		588		
30	30	Huichatio	Costo Eficiencia	46,0	76		3.499		
31	51	Conquil Centro	Costo Eficiencia	47,9	374		17.929		
32	10	Borde Lago 2	Costo Eficiencia	54,6	120		6.558		
33	27	Escondido	Costo Eficiencia	88,3	115		10.150		
34	2	Pedregoso Centro	Costo Eficiencia	92,7	38		3.522		
35	29	Lefun	Costo Eficiencia	100,1	115		11.513		
36	37	Loncoche	Costo Eficiencia	116,4	16		1.863		
37	32	Molco	Costo Eficiencia	134,6	68		9.156		
38	43	Weber 2	Costo Eficiencia	175,8	8		1.406		
39	38	Mario Cortes	Costo Eficiencia	209,0	8		1.672		
40	44	Voipir-1	Costo Eficiencia	237,6	8		1.901		
41	39	Voipir-4	Costo Eficiencia	255,7	8		2.045		
42	18	Iribarren Oriente	Costo Eficiencia	331,4	8		2.651		
43	50	Conquil Poniente	Costo Eficiencia	614,8	8		4.918		
44	52	Conquil Oriente	Costo Eficiencia	837,5	8		6.700		
45	36	Correntoso	Costo Eficiencia	1153,5	8		9.228		
46	3	Pedregoso Sur	Costo Eficiencia	3821,0	5		19.105		
47	4	Tolten Norte	Costo Eficiencia	0,0	8		0		
48	19	La Puntilla	Costo Eficiencia	0,0	145		0		
49	35	Los Chilcos	Costo Eficiencia	0,0	8		0		
50	40	Voipir-3	Costo Eficiencia	0,0	8		0		
51	47	Los Castaños	Costo Eficiencia	0,0	259		0		
52	49	Llau Llau Oriente	Costo Eficiencia	0,0	229		0		

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa una gran dispersión del indicador que da cuenta de los recursos financieros requeridos para la inversión en cada Sistema versus la población directamente beneficiada (desde 1,7 para el Sistema “Huimpalay”, hasta 3.821 para el Sistema “Pedregoso Sur”). Para el caso de las inversiones mayores que corresponden a los 8 sistemas evaluados de acuerdo a la metodología “Costo- Beneficio”, el indicador se mueve entre 12,2 para el Sistema “Weber 1 y 41,0 para el Sistema “Valdivia”, valores que pueden considerarse razonables como para ser abordados a través de inversión pública.

6 RED PRIMARIA Y COMPLEMENTARIA

6.1 Red Primaria y Complementaria Existente

En el cuadro que sigue se presenta la red primaria (RP) de los colectores existentes. Se establece que de los 21.666 m de colectores existentes, el 74,3% (16.106 m) corresponde a red primaria.

Cuadro N° 6.1 Red Primaria Colectores Existentes

Numeración por Sistema	Nombre Sistema	Longitud Total m	Red Primaria m	Diámetros					
				500 (mm)	600 (mm)	700 (mm)	800 (mm)	1.000 (mm)	1.200 (mm)
5	Valdivia	637	529	-	529	-	-	-	-
6	Tolten Sur	71	71	-	71	-	-	-	-
7	Carrera	2.193	1.340	-	8	-	972	360	-
8	Borde Lago 1	147	147	-	-	-	-	-	147
9	Villarrica Centro	8.146	5.992	182	3.876	-	1.467	232	235
11	Borde Lago 3	184	161	-	161	-	-	-	-

Cuadro N° 6.1 (Continuación)

Numeración por Sistema	Nombre Sistema	Longitud Total	Red Primaria	Diámetros					
		m	m	500 (mm)	600 (mm)	700 (mm)	800 (mm)	1.000 (mm)	1.200 (mm)
12	Weber 3	984	635	-	517	37	69	12	-
13	Colo Colo	609	609	-	394	-	216	-	-
14	Zuñiga	1.899	1.603	-	370	-	914	319	-
15	Weber 1	1.597	1.335	-	251	-	-	1.084	-
16	Weber-Lautaro	790	49	-	49	-	-	-	-
19	La Puntilla	973	973	-	178	-	-	431	-
42	Los Notros	102	-	-	-	-	-	-	-
48	Ingeniero Veillon	3.333	2.661	174	897	-	1.013	282	296
	TOTAL	21.666	16.106						

Nota: Por Definición entregada por el IF Toda los elementos del sistema La Puntilla Existente son considerados Primarios.

Fuente: Elaboración Propia

6.1.1 Red Complementaria Existente

En el cuadro que sigue se presenta la red complementaria (RC) de los colectores existentes. Se establece que de los 21.795 m de colectores existentes, el 25,7% (5.592 m) corresponde a red complementaria.

Cuadro N° 6.2 Red Complementaria Colectores Existentes

Numeración por Sistema	Nombre Sistema	Longitud Total	Red Complementaria	Diametros				
		m	m	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	400 (mm)	450 (mm)
5	Valdivia	637	109	-	-	-	-	109
6	Tolten Sur	71	-	-	-	-	-	-
7	Carrera	2.193	853	-	-	50	803	-
8	Borde Lago 1	147	-	-	-	-	-	-
9	Villarrica Centro	8.146	2.154	-	26	292	1.836	-
11	Borde Lago 3	184	23	-	-	-	23	-
12	Weber 3	984	350	-	-	-	350	-
13	Colo Colo	609	-	-	-	-	-	-
14	Zuñiga	1.899	296	-	-	-	296	-
15	Weber 1	1.597	262	4	9	30	219	-
16	Weber-Lautaro	790	742	-	-	-	742	-
19	La Puntilla	973	-	-	-	364	-	-
42	Los Notros	102	102	-	-	-	102	-
48	Ingeniero Veillon	3.333	672	-	-	-	672	-
	TOTAL	21.666	5.560	4	35	736	5.041	109

Nota: Por Definición entregada por el IF Toda los elementos del sistema La Puntilla Existente son considerados Primarios.

Fuente: Elaboración Propia

6.2 **Costo de la solución Estructural, red primaria**

6.2.1 Costos de Inversión Red Primaria

En el cuadro que sigue, se muestran los costos totales de inversión, incluye imprevistos (10%), factor de dificultad constructiva (valor entre 0% al 10% dependiendo del emplazamiento del sistema), gastos generales y utilidades (55%), e inspección de obras (6%), se excluye IVA (19%).

Los costos totales de inversión se han prorrateado conforme el porcentaje de la longitud de cada obra que corresponde a red primaria.

Cuadro N° 6.3 Costos de Inversión Red Primaria

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Inversión	
		\$	UF
		Red Primaria	Red Primaria
1	Pedregoso Norte	\$ 63.508.129	2.538,49
2	Pedregoso Centro	\$ 125.434.133	5.013,74
3	Pedregoso Sur *	\$ 280.097.735	11.195,82
4	Tolten Norte	\$ -	-
5	Valdivia	\$ 931.489.224	37.232,67
6	Tolten Sur	\$ 71.526.558	2.859,00
7	Carrera	\$ -	-
8	Borde Lago 1	\$ -	-
9	Villarrica Centro *	\$ 4.250.842.223	169.910,95
10	Borde Lago 2	\$ -	-
11	Borde Lago 3	\$ -	-
12	Weber 3	\$ 1.189.394.169	47.541,42
13	Colo Colo	\$ -	-
14	Zuñiga	\$ 112.675.990	4.503,79
15	Weber 1	\$ 290.332.094	11.604,90
16	Weber-Lautaro	\$ 940.076.307	37.575,91
17	Iribarren Poniente *	\$ 22.061.915	881,84
18	Iribarren Oriente *	\$ 94.418.755	3.774,02
19	La Puntilla	\$ -	-
20	Puerto Pinar	\$ 15.691.272	627,20
21	Alto Pinar	\$ 20.946.198	837,24
22	Hinojal	\$ 19.990.755	799,05
23	Los Guindos	\$ 22.636.593	904,81
24	Rucaforon	\$ 25.723.399	1.028,19
25	Rucalemu	\$ 31.125.313	1.244,11
26	Menetue	\$ 64.602.481	2.582,23
27	Escondido	\$ 361.536.256	14.451,01
28	Tres Lagunas	\$ 28.810.207	1.151,58
29	Lefun	\$ 410.061.611	16.390,62
30	Huichatio	\$ 124.623.746	4.981,35
31	Leli Pillan	\$ 28.001.758	1.119,26
32	Molco	\$ 326.111.458	13.035,04
33	Huimpalay	\$ 11.342.794	453,38
34	Loncocontraro	\$ 238.235.427	9.522,54
35	Los Chilcos	\$ -	-
36	Correntoso	\$ 328.683.799	13.137,86
37	Loncoche	\$ 66.356.250	2.652,33
38	Mario Cortes	\$ 59.544.656	2.380,07
39	Voipir-4 *	\$ 72.853.521	2.912,04
40	Voipir-3	\$ -	-
41	Voipir-2	\$ 44.071.965	1.761,61
42	Los Notros	\$ 1.554.385.600	62.130,54
43	Weber 2 *	\$ 50.079.453	2.001,73
44	Voipir-1 *	\$ 67.693.989	2.705,80
45	Llau Llau Poniente *	\$ 21.183.196	846,72
46	Cementerio	\$ 152.124.469	6.080,59
47	Los Castaños	\$ -	-
48	Ingeniero Veillon *	\$ 2.720.891.839	108.757,11
49	Llau Llau Oriente	\$ -	-
50	Conquil Poniente *	\$ 165.835.462	6.628,63
51	Conquil Centro	\$ 171.471.264	6.853,90
52	Conquil Oriente	\$ 238.642.607	9.538,81
	TOTAL	\$ 15.815.114.568	632.147,92

Nota: Precios en \$ de julio de 2015. IPC julio 2015 =109,14 (Base promedio 2013 = 100) y el valor de la UF corresponde al 14 de julio de 2015, la que asciende a 25.018,06.-

Nota 2: Los sistemas marcados con * corresponden a sistemas donde no se ha contemplado un valor por expropiaciones, que debe establecerlas el futuro urbanizado a su costo y responsabilidad.

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Costos de Mantenimiento Red Primaria Proyectada

En el cuadro que sigue, se muestran los costos totales anuales de mantenimiento de la red primaria proyectada.

Los costos de mantención; en términos de \$/año; para las obras proyectadas se han considerado como el 2 por mil de la inversión.

Cuadro N° 6.4 Costos de Mantención Red Primaria Proyectada

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Mantención \$	Mantención UF
		Red Primaria	Red Primaria
1	Pedregoso Norte	\$ 127.016	5,08
2	Pedregoso Centro	\$ 250.868	10,03
3	Pedregoso Sur	\$ 560.195	22,39
4	Tolten Norte	\$ -	-
5	Valdivia	\$ 1.862.978	74,47
6	Tolten Sur	\$ 143.053	5,72
7	Carrera	\$ -	-
8	Borde Lago 1	\$ -	-
9	Villarrica Centro	\$ 8.501.684	339,82
10	Borde Lago 2	\$ -	-
11	Borde Lago 3	\$ -	-
12	Weber 3	\$ 2.378.788	95,08
13	Colo Colo	\$ -	-
14	Zuñiga	\$ 225.352	9,01
15	Weber 1	\$ 580.664	23,21
16	Weber-Lautaro	\$ 1.880.153	75,15
17	Iribarren Poniente	\$ 44.124	1,76
18	Iribarren Oriente	\$ 188.838	7,55
19	La Puntilla	\$ -	-
20	Puerto Pinar	\$ 31.383	1,25
21	Alto Pinar	\$ 41.892	1,67
22	Hinojal	\$ 39.982	1,60
23	Los Guindos	\$ 45.273	1,81
24	Rucaforon	\$ 51.447	2,06
25	Rucalemu	\$ 62.251	2,49
26	Menetue	\$ 129.205	5,16
27	Escondido	\$ 723.073	28,90
28	Tres Lagunas	\$ 57.620	2,30
29	Lefun	\$ 820.123	32,78
30	Huichatio	\$ 249.247	9,96
31	Leli Pillan	\$ 56.004	2,24
32	Molco	\$ 652.223	26,07
33	Huimpalay	\$ 22.686	0,91
34	Loncotraro	\$ 476.471	19,05
35	Los Chilcos	\$ -	-
36	Correntoso	\$ 657.368	26,28
37	Loncoche	\$ 132.713	5,30
38	Mario Cortes	\$ 119.089	4,76
39	Voipir-4	\$ 145.707	5,82
40	Voipir-3	\$ -	-
41	Voipir-2	\$ 88.144	3,52
42	Los Notros	\$ 3.108.771	124,26
43	Weber 2	\$ 100.159	4,00
44	Voipir-1	\$ 135.388	5,41
45	Llau Llau Poniente	\$ 42.366	1,69
46	Cementerio	\$ 304.249	12,16
47	Los Castaños	\$ -	-
48	Ingeniero Veillon	\$ 5.441.784	217,51
49	Llau Llau Oriente	\$ -	-

Cuadro N° 6.4 (Continuación)

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Mantenición \$	Mantenición UF
		Red Primaria	Red Primaria
50	Conquil Poniente	\$ 331.671	13,26
51	Conquil Centro	\$ 342.943	13,71
52	Conquil Oriente	\$ 477.285	19,08
	TOTAL	\$ 31.630.229	1.264,30

Nota: Precios en \$ de julio de 2015. IPC julio 2015 =109,14 (Base promedio 2013 = 100) y el valor de la UF corresponde al 14 de julio de 215, la que asciende a 25.018,06.-

Fuente: Elaboración propia

6.3 Estimación del costo del Sistema Complementario

6.3.1 Costos de Inversión Red Complementaria

En el cuadro que sigue, se muestran los costos totales de inversión, incluye imprevistos (10%), factor de dificultad constructiva (valor entre 0% al 10% dependiendo del emplazamiento del sistema), gastos generales y utilidades (55%), e inspección de obras (6%), se excluye IVA (19%).

Cuadro N° 6.5 Costos de Inversión Red Complementaria

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Inversión \$	Inversión UF
		Red Complementaria	Red Complementaria
1	Pedregoso Norte	\$ -	-
2	Pedregoso Centro	\$ -	-
3	Pedregoso Sur	\$ 361.061.513	14.432,03
4	Tolten Norte	\$ -	-
5	Valdivia	\$ 600.652.329	24.008,75
6	Tolten Sur	\$ 41.782.669	1.670,10
7	Carrera	\$ 526.897.720	21.060,69
8	Borde Lago 1	\$ 33.093.465	1.322,78
9	Villarrica Centro	\$ 3.162.602.401	126.412,78
10	Borde Lago 2	\$ 226.499.377	9.053,43
11	Borde Lago 3	\$ 94.643.955	3.783,03
12	Weber 3	\$ 96.956.522	3.875,46
13	Colo Colo	\$ 161.352.757	6.449,45
14	Zuñiga	\$ 1.188.000.259	47.485,71
15	Weber 1	\$ 913.453.127	36.511,75
16	Weber-Lautaro	\$ 322.186.489	12.878,16
17	Iribarren Poniente	\$ -	-
18	Iribarren Oriente	\$ -	-
19	La Puntilla	\$ -	-
20	Puerto Pinar	\$ -	-
21	Alto Pinar	\$ -	-
22	Hinojal	\$ -	-
23	Los Guindos	\$ -	-
24	Rucaforon	\$ -	-
25	Rucalemu	\$ -	-
26	Menetue	\$ -	-
27	Escondido	\$ -	-
28	Tres Lagunas	\$ -	-
29	Lefun	\$ -	-
30	Huichatio	\$ -	-
31	Leli Pillan	\$ -	-
32	Molco	\$ -	-
33	Huimpalay	\$ -	-

Cuadro N° 6.5 (Continuación)

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Inversión	
		Red Complementaria	Red Complementaria
34	Loncostraro	\$ -	-
35	Los Chilcos	\$ -	-
36	Correntoso	\$ -	-
37	Loncoche	\$ -	-
38	Mario Cortes	\$ -	-
39	Voipir-4	\$ -	-
40	Voipir-3	\$ -	-
41	Voipir-2	\$ -	-
42	Los Notros	\$ 1.233.573.778	49.307,33
43	Weber 2	\$ -	-
44	Voipir-1	\$ -	-
45	Llau Llau Poniente	\$ -	-
46	Cementerio	\$ -	-
47	Los Castaños	\$ -	-
48	Ingeniero Veillon	\$ 1.914.043.772	76.506,48
49	Llau Llau Oriente	\$ -	-
50	Conquil Poniente	\$ -	-
51	Conquil Centro	\$ 452.964.189	18.105,49
52	Conquil Oriente	\$ -	-
	TOTAL	\$ 11.329.764.324	452.863,42

Nota: Precios en \$ de julio de 2015. IPC julio 2015 =109,14 (Base promedio 2013 = 100) y el valor de la UF corresponde al 14 de julio de 2015, la que asciende a 25.018,06.-

Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Costos de Mantenimiento Red Complementaria Proyectada

En el cuadro que sigue, se muestran los costos totales de mantenimiento, de la red complementaria proyectada.

Los costos de mantención; en términos de \$/año; para las obras proyectadas se han considerado como el 2 por mil de la inversión.

Cuadro N° 6.6 Costos de Mantención Red Complementaria Proyectada

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Mantención	
		Red Complementaria	Red Complementaria
1	Pedregoso Norte	\$ -	-
2	Pedregoso Centro	\$ -	-
3	Pedregoso Sur	\$ 722.123	28,86
4	Tolten Norte	\$ -	-
5	Valdivia	\$ 1.201.305	48,02
6	Tolten Sur	\$ 83.565	3,34
7	Carrera	\$ 1.053.795	42,12
8	Borde Lago 1	\$ 66.187	2,65
9	Villarrica Centro	\$ 6.325.205	252,83
10	Borde Lago 2	\$ 452.999	18,11
11	Borde Lago 3	\$ 189.288	7,57
12	Weber 3	\$ 193.913	7,75
13	Colo Colo	\$ 322.706	12,90
14	Zuñiga	\$ 2.376.001	94,97
15	Weber 1	\$ 1.826.906	73,02
16	Weber-Lautaro	\$ 644.373	25,76
17	Iribarren Poniente	\$ -	-
18	Iribarren Oriente	\$ -	-
19	La Puntilla	\$ -	-
20	Puerto Pinar	\$ -	-

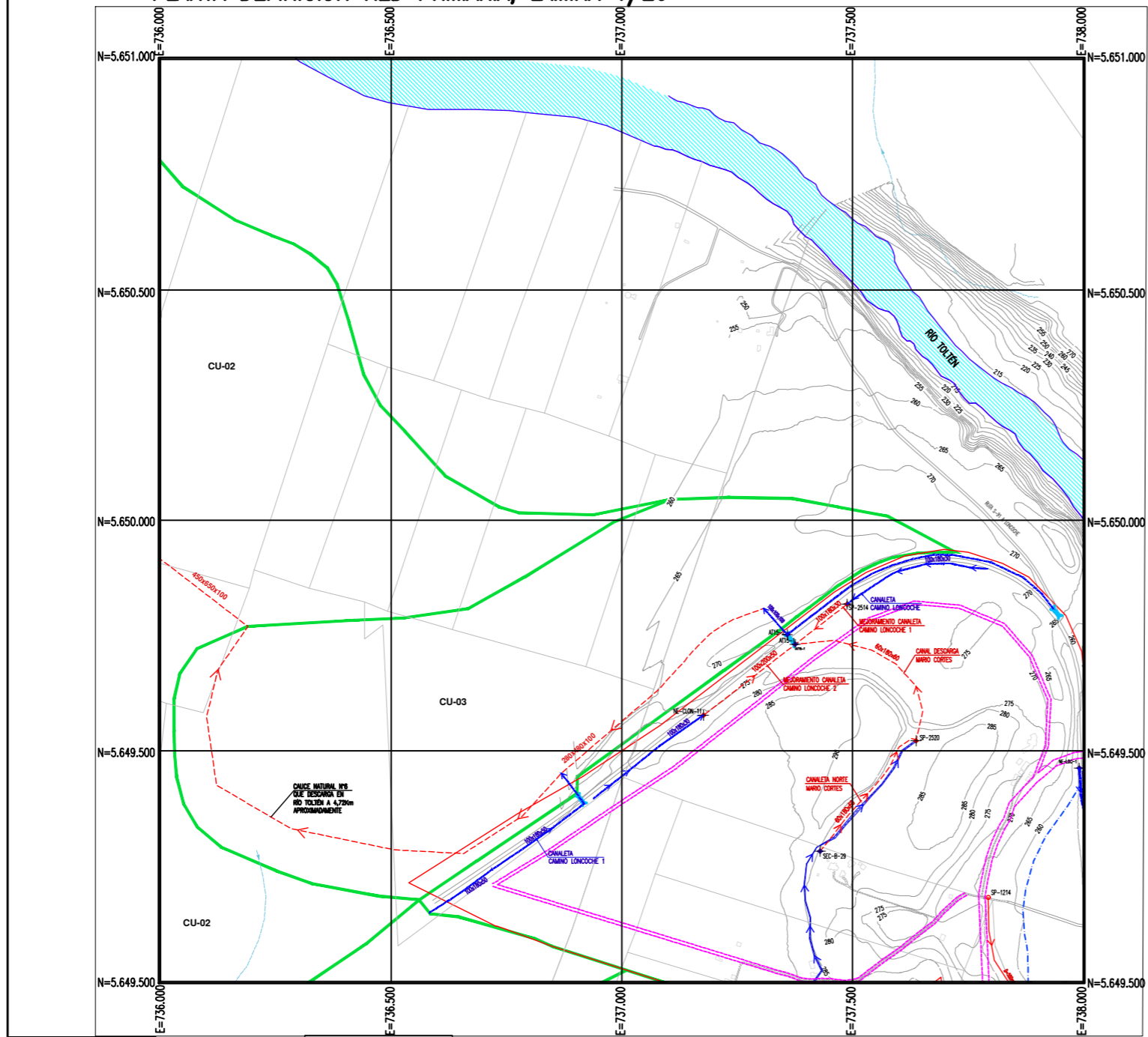
Cuadro N° 6.6 (Continuación)

Numeración por Sistema	Totales por Sistema	Mantención \$	Mantención UF
		Red Complementaria	Red Complementaria
21	Alto Pinar	\$ -	-
22	Hinojal	\$ -	-
23	Los Guindos	\$ -	-
24	Rucaforon	\$ -	-
25	Rucalemu	\$ -	-
26	Menetue	\$ -	-
27	Escondido	\$ -	-
28	Tres Lagunas	\$ -	-
29	Lefun	\$ -	-
30	Huichatio	\$ -	-
31	Leli Pillan	\$ -	-
32	Molco	\$ -	-
33	Huimpalay	\$ -	-
34	Loncotraro	\$ -	-
35	Los Chilcos	\$ -	-
36	Correntoso	\$ -	-
37	Loncoche	\$ -	-
38	Mario Cortes	\$ -	-
39	Voipir-4	\$ -	-
40	Voipir-3	\$ -	-
41	Voipir-2	\$ -	-
42	Los Notros	\$ 2.467.148	98,61
43	Weber 2	\$ -	-
44	Voipir-1	\$ -	-
45	Llau Llau Poniente	\$ -	-
46	Cementerio	\$ -	-
47	Los Castaños	\$ -	-
48	Ingeniero Veillon	\$ 3.828.088	153,01
49	Llau Llau Oriente	\$ -	-
50	Conquil Poniente	\$ -	-
51	Conquil Centro	\$ 905.928	36,21
52	Conquil Oriente	\$ -	-
	TOTAL	\$ 22.659.529	905,73

Nota: Precios en \$ de julio de 2015. IPC julio 2015 =109,14 (Base promedio 2013 = 100) y el valor de la UF corresponde al 14 de julio de 2015, la que asciende a 25.018,06.-

Fuente: Elaboración propia

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 1/20



SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	ÁREA DE ESTUDIO		COLECTOR AL DERECHO PRIMARIO
	LÍMITE USADO ACTUAL		CANAL REAL, CAMBIO SECCION, DIFEREN. LATERAL O FINAL, EXISTENTE
	CANAL ENTRANDO		ESTADO PRIMARIO (CANAL MUJUAL)
	CANAL NATURAL (Delineado)		CANAL REAL, CAMBIO SECCION, DIFEREN. LATERAL O FINAL, PROYECTADO
	CURVAS DE NIVEL INDICE		CANAL Y CANALIZ. ABIERTO, EXISTENTE PRIMARIO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		CANAL Y CANALIZ. ABIERTO, PROYECTADO O NEGANDO PRIMARIO (*)
	COTA DE NIVEL		ESTADO PRIMARIO (CANAL MUJUAL)
	CALLE PAVIMENTADA		FRANJA DE PROYECCION CANAL NATURAL PRIMARIO
	CALLE DE TIERRA		DIFEREN. LATERAL O FINAL DE US. ESTADO
	EDIFICACION IMPORTANTE		LÍMITE CANAL APORTEADO FUERA DEL AREA DE ESTUDIO
	TIERRAS Y LAGUNA		DELIMITACION DE CANAL APORTEADO FUERA DEL AREA DE ESTUDIO
	CALLES Y PUEBLOS FUJADOS		CU-02
	PUENTE		

NOTAS:
 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO.
 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

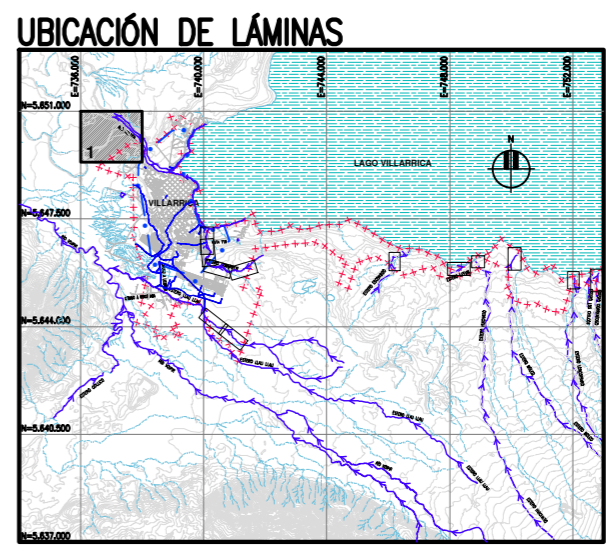
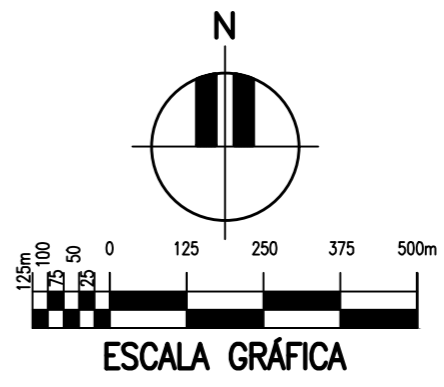
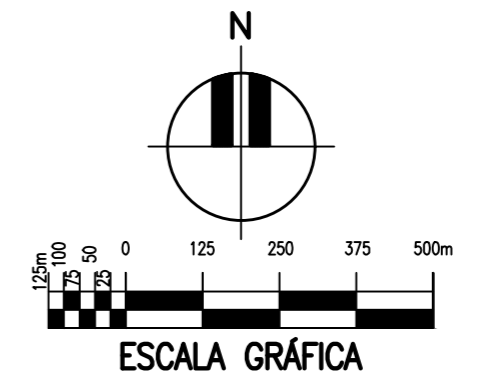
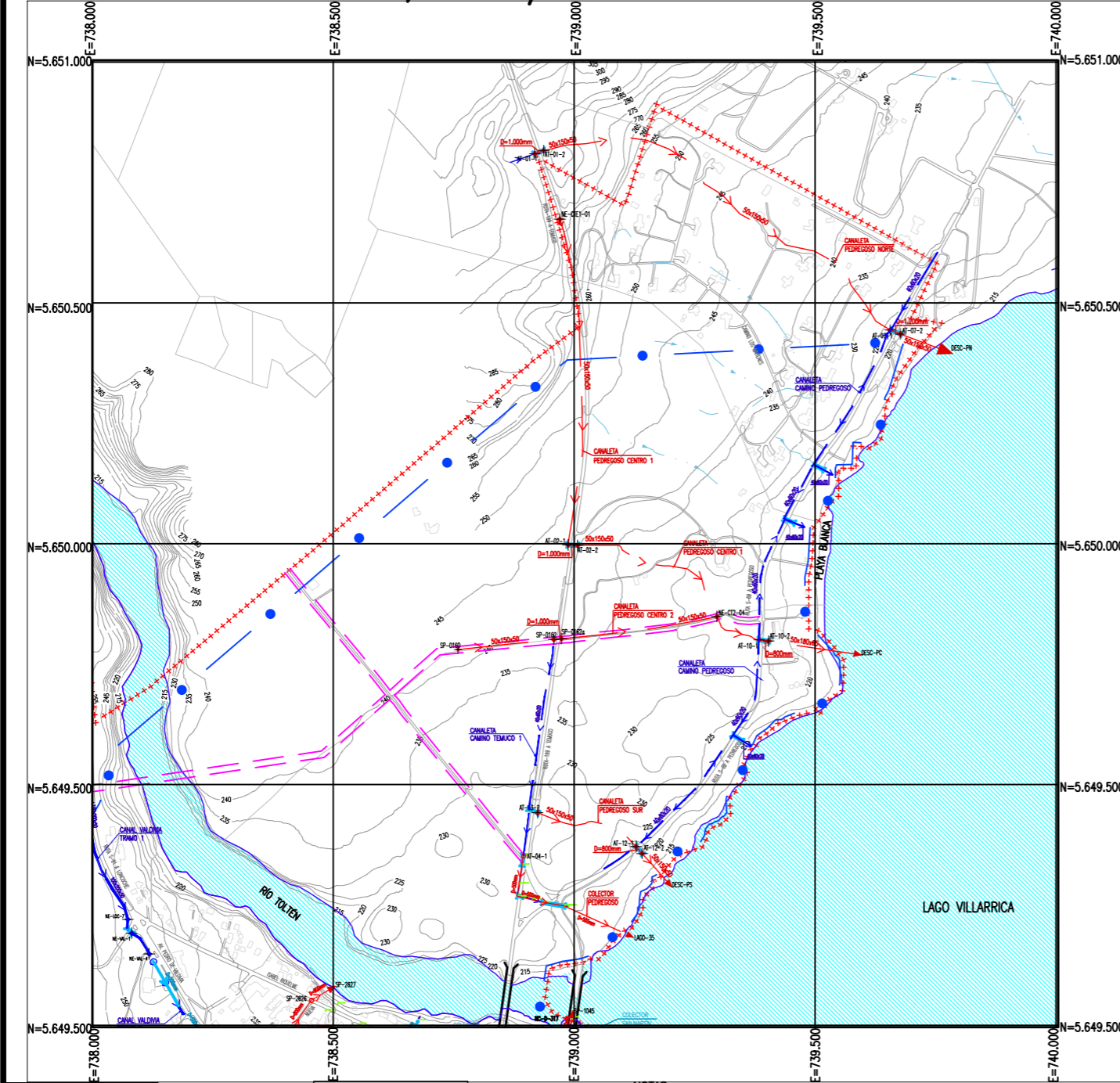
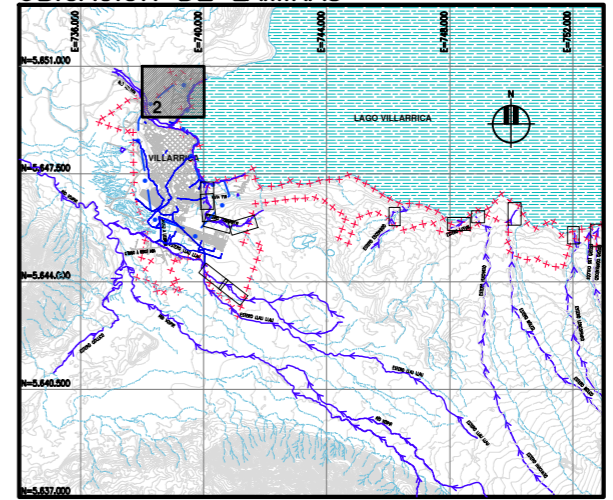


FIGURA N° 6.1
 SISTEMA RED PRIMARIA
 LÁMINA 1/20
 ESCALA 1:10.000

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 2/20



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	ÁREA DE ESTUDIO		COLECTOR AL ORDEN PRIMARIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL		CANAL RICAL, CANAL SECCIONAL, DISEÑO LATERAL O FINAL, COLECTOR
	CANAL ENTRADA		ESTACION PRIMARIA (CANAL MUJINA)
	CANAL NATURAL (Quedado)		CANAL RICAL, CANAL SECCIONAL, DISEÑO LATERAL O FINAL, PROYECTADO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		CANAL Y CANALIZADO ABIERTO, EXISTENTE PRIMARIO
	CURVAS DE NIVEL TERCERIA		CANAL Y CANALIZADO ABIERTO, PROYECTADO O NEGANDO PRIMARIO (*)
	COTA DE NIVEL		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO
	CALLE PAVIMENTADA		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	CALLE DE TIERRA		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	EDIFICACION IMPORTANTE		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	PUENTE		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	PUENTE		SEÑALAMIENTO DE LÍNEA DE SEÑALAMIENTO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

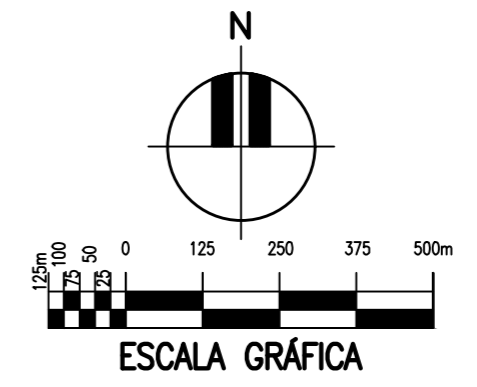
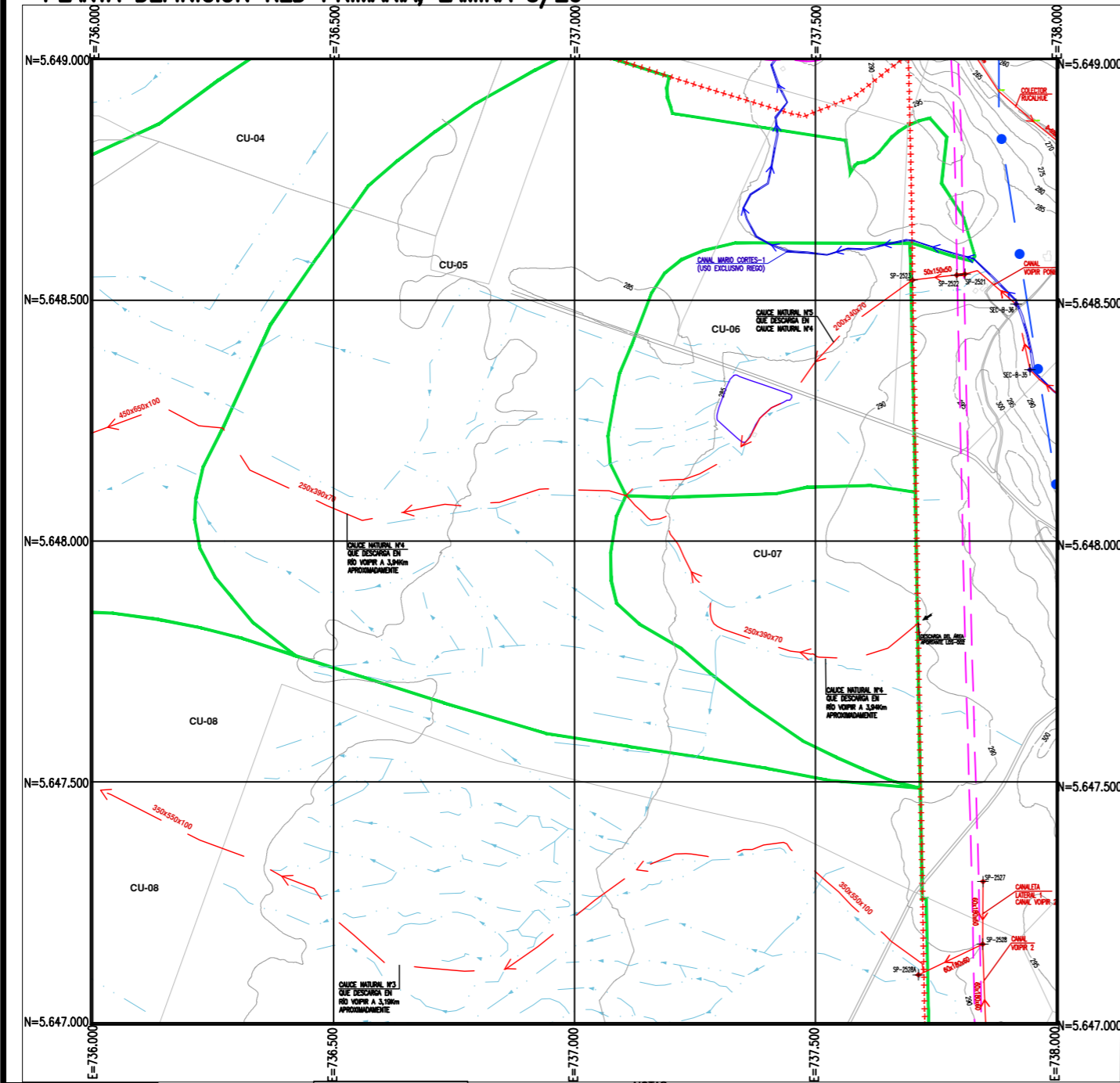
NOTAS:

- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

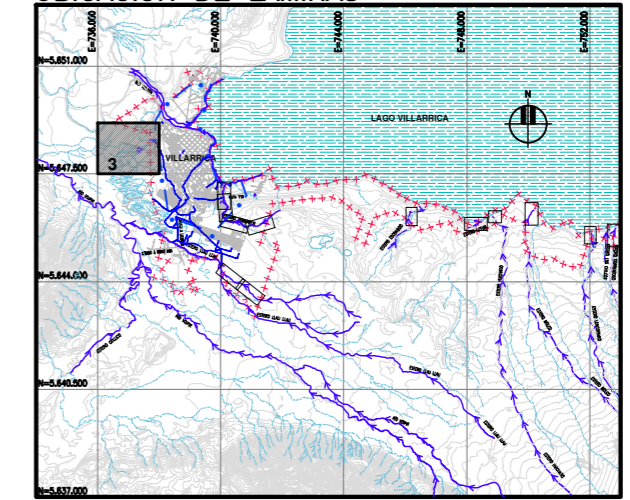


FIGURA N° 6.2
SISTEMA RED PRIMARIA
LÁMINA 2/20
 ESCALA 1:10.000

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 3/20



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	ÁREA DE ESTUDIO		COLECTOR AL DRENAJE PRIMARIO
	LÍMITE USADO ACTUAL		CANAL RED, CANAL SECCIONAL, DRENAJE LATERAL O FINAL, DRENAJE
	CANAL ENTRADA		COLECTOR AL DRENAJE PRIMARIO
	CANAL NATURAL (Distribuido)		CANAL RED, CANAL SECCIONAL, DRENAJE LATERAL O FINAL, DRENAJE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	CURVAS DE NIVEL PRIMARIA		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	COTA DE NIVEL		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	CALLE PAVIMENTADA		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	CALLE DE TIERRA		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	EDIFICACION IMPORTANTE		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	CALLE Y PREDIO PAVIMENTADO		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO
	PUENTE		CANAL Y CANALES ABIERTOS, DRENAJE PRIMARIO

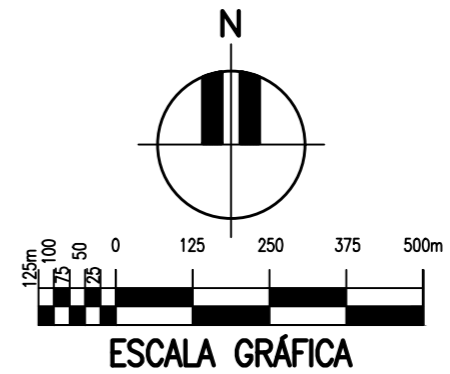
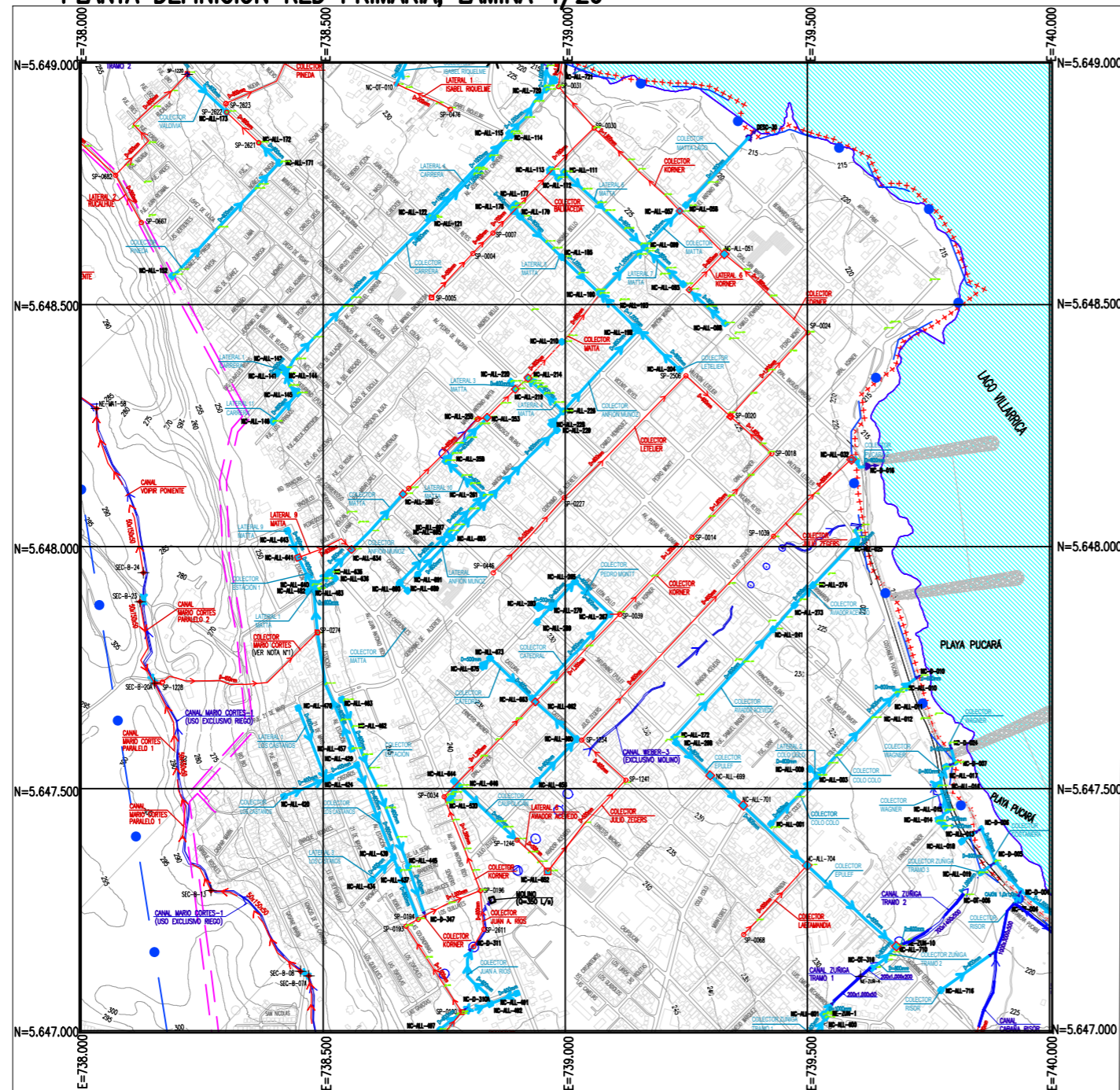
NOTAS:

- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLADAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

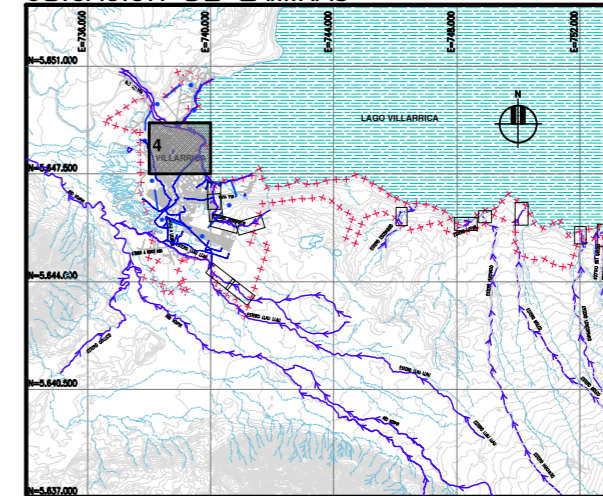


FIGURA N° 6.3
SISTEMA RED PRIMARIA
LÁMINA 3/20
 ESCALA 1:10.000

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 4/20



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	ÁREA DE ESTUDIO		COLECTOR AL DISTRITO PRIMARIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL		CANAL PRINCIPAL, CANAL SECCIONAL, DISTRITO LATERAL O FINAL, COLECTOR
	CANAL ENTRANDO		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	CANAL NATURAL (Distribución)		CANAL PRINCIPAL, CANAL SECCIONAL, DISTRITO LATERAL O FINAL, PROYECTADO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		CANAL Y CANALES ABERTOS, EXISTENTE PRIMARIO
	CURVAS DE NIVEL PRIMARIA		CANAL Y CANALES ABERTOS, PROYECTADO O SEGUNDO PRIMARIO (*)
	COSTA DE NIVEL		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	CALLE PAVIMENTADA		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	CALLE DE TIERRA		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	EDIFICACION IMPORTANTE		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	PUNTE		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	PUNTE		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA
	PUNTE		PROYECCIÓN DE RED PRIMARIA

NOTAS:

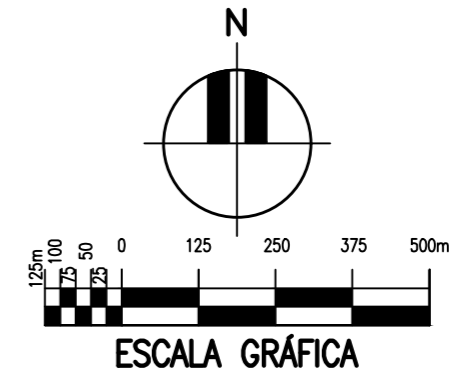
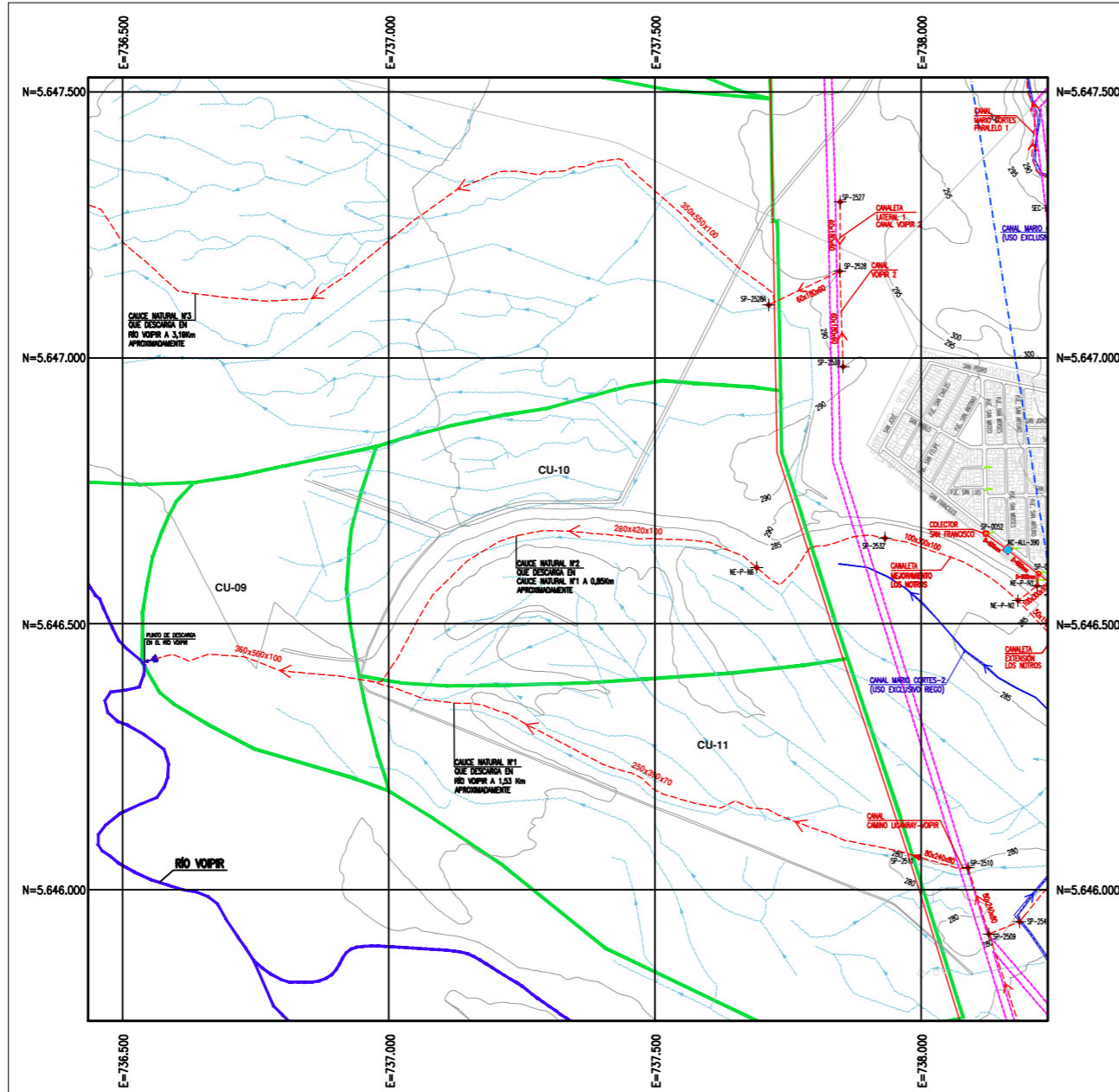
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLADAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



FIGURA N° 6.4
SISTEMA RED PRIMARIA
LÁMINA 4/20
ESCALA 1:10.000

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 5/20

ESCALA 1:10.000



SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
<ul style="list-style-type: none"> ÁREA DE ESTUDIO LÍMITE URBANO ACTUAL CANAL ENTUBADO CANAL NATURAL (Cuadrado) CURVAS DE NIVEL INDICE CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA COTA DE NIVEL CALLE PAVIMENTADA CALLE DE TIERRA 	<ul style="list-style-type: none"> EDIFICACIÓN IMPORTANTE TRANQUE Y LAGUNA CALLES Y PREDIOS FUTUROS PUNTE 	<ul style="list-style-type: none"> COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO CANAL INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO CAMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*) 	<ul style="list-style-type: none"> NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL) FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO (DETALLE MODO MIMAO DE LOS ESTEROS) LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO CU-02

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

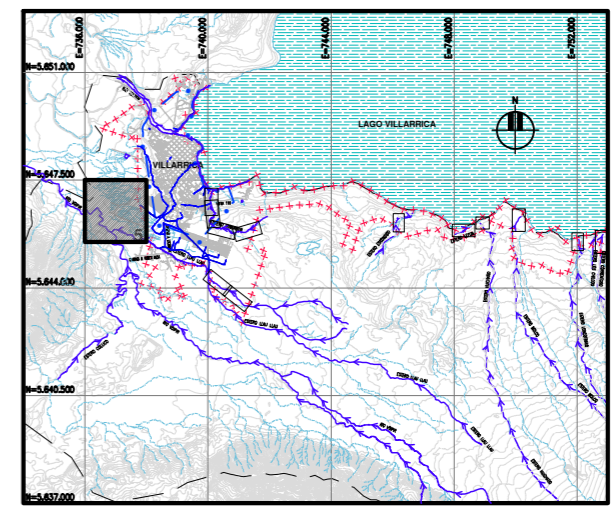
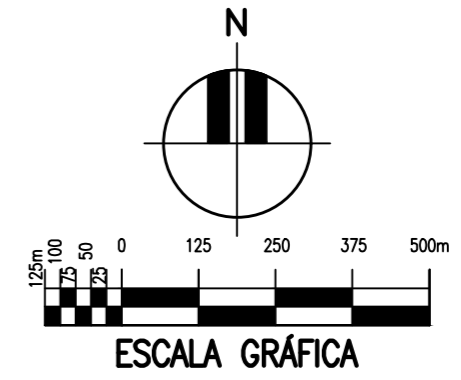
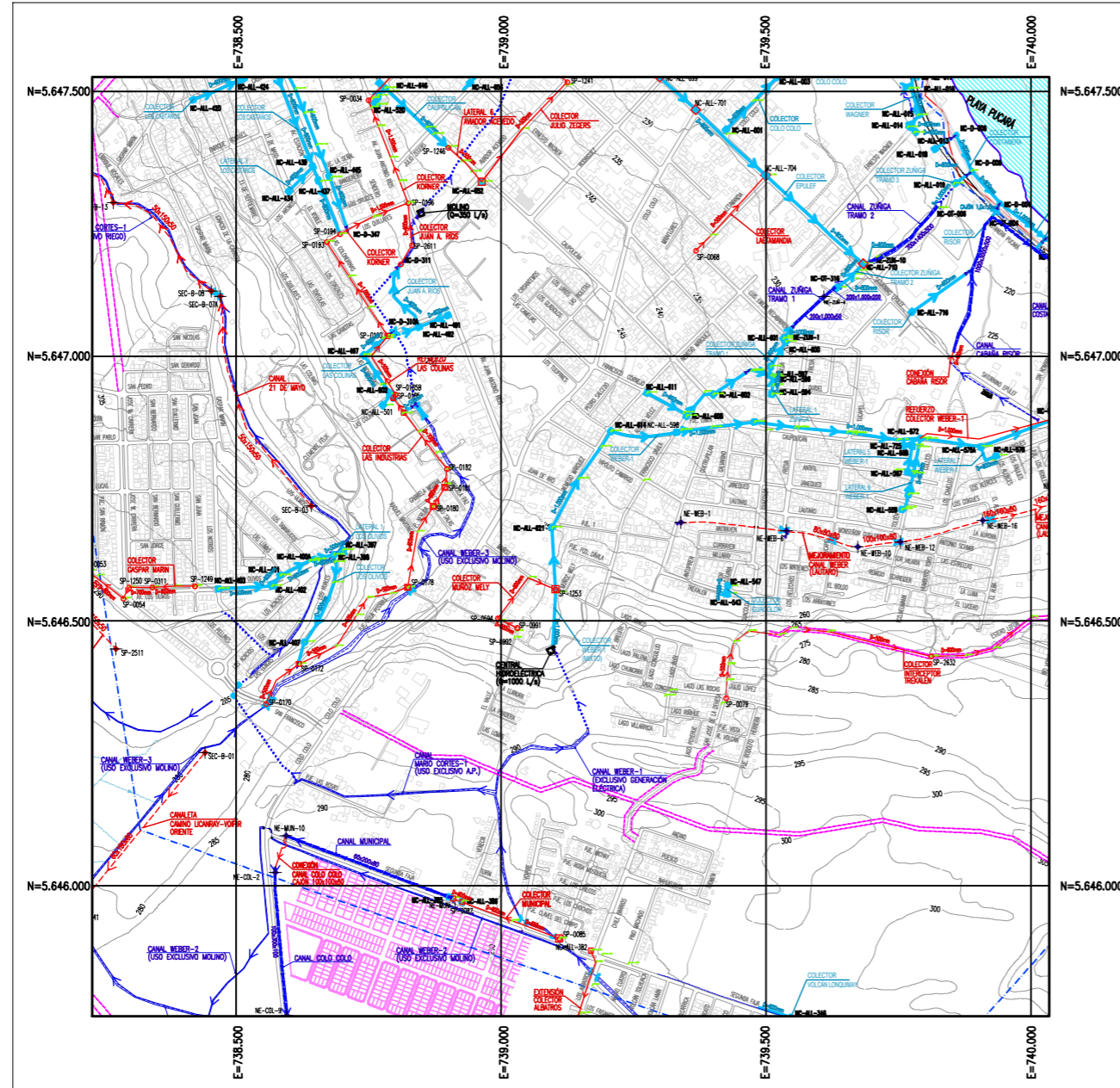


FIGURA N° 6.5
SISTEMA
RED PRIMARIA
LÁMINA 5/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 6/20
ESCALA 1:10.000



SIMBOLOGÍA	
---+---+---+---+---	ÁREA DE ESTUDIO
---+---+---+---+---	LÍMITE URBANO ACTUAL
---+---+---+---+---	CANAL ENTUBADO
---+---+---+---+---	CAUCE NATURAL (Cuadradas)
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL INDICE
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
---+---+---+---+---	COTA DE NIVEL
---+---+---+---+---	CALLE PAVIMENTADA
---+---+---+---+---	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CAMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CAMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL, PRIMARIO (DETALLE MUYO MINIMO DE LOS ESTEROS)
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOTAS:

- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

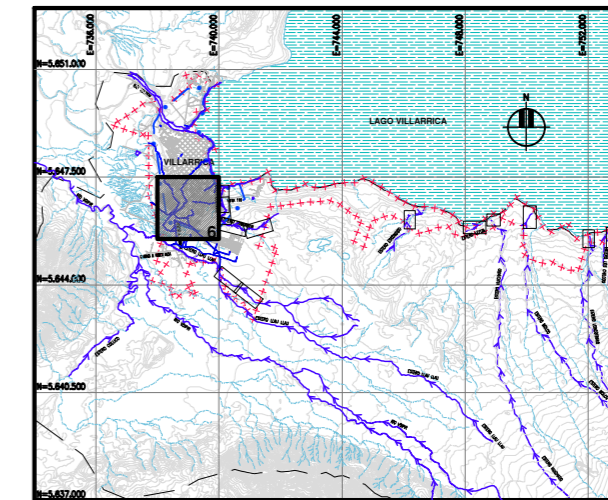
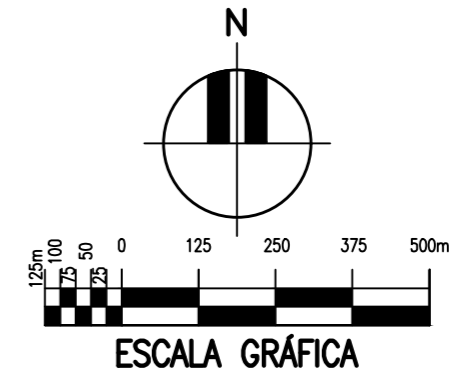
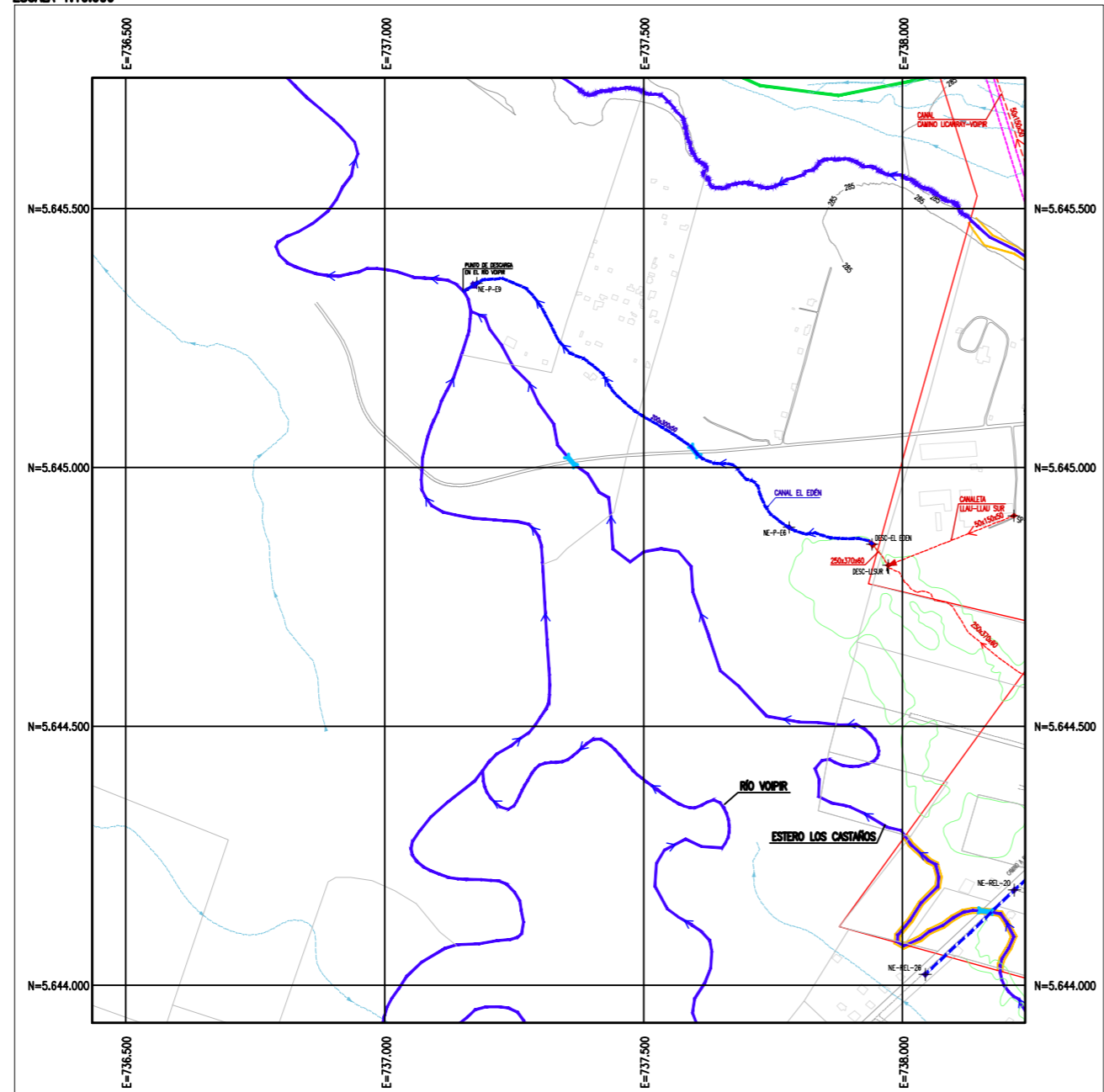


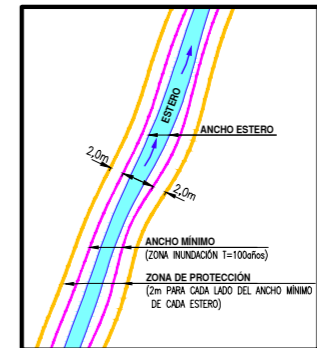
FIGURA N° 6.6

SISTEMA
RED PRIMARIA
LÁMINA 6/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 7/20
 ESCALA 1:10.000

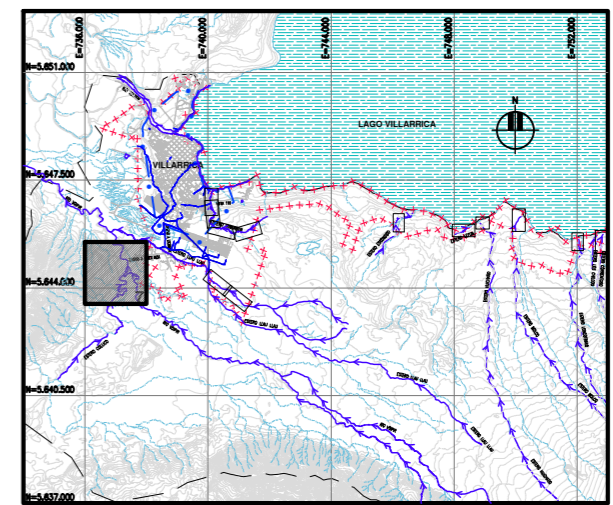


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
 S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER CÓMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



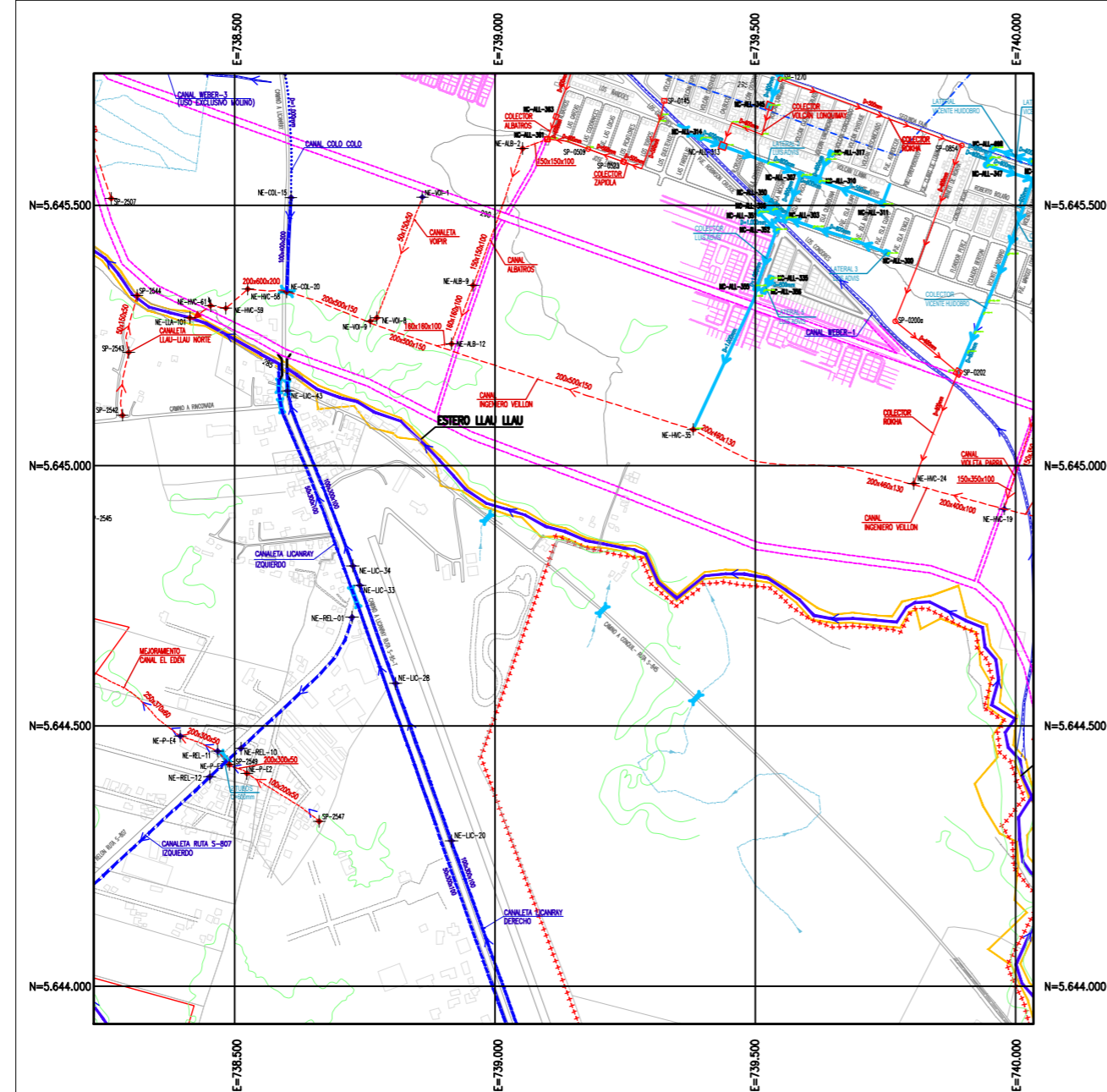
SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
<ul style="list-style-type: none"> ÁREA DE ESTUDIO LÍMITE URBANO ACTUAL CANAL ENTUBADO CAUCE NATURAL (Cuadrado) CURVAS DE NIVEL INDICE CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA COTA DE NIVEL CALLE PAVIMENTADA CALLE DE TIERRA 	<ul style="list-style-type: none"> EDIFICACIÓN IMPORTANTE TRANQUE Y LAGUNA CALLES Y PREDIOS FUTUROS PUNTE 	<ul style="list-style-type: none"> COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*) 	<ul style="list-style-type: none"> NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL) FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO CU-02

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



FIGURA N° 6.7
 SISTEMA RED PRIMARIA
 LÁMINA 7/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 8/20
 ESCALA 1:10.000



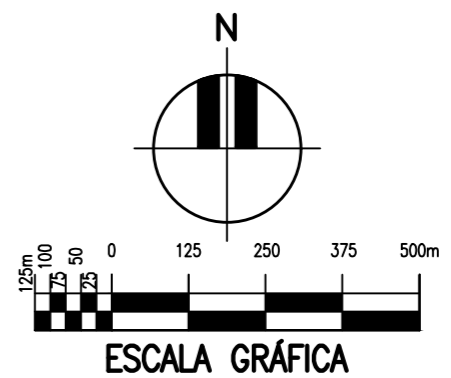
SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Cuadrado)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

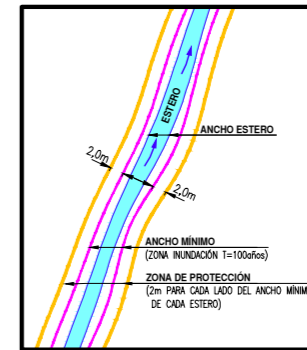
SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CAMPA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CAMPA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CANALETA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CANALETA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER CÓMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

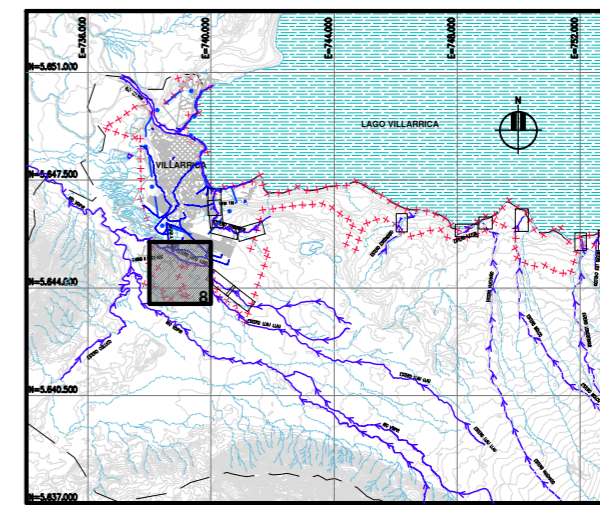
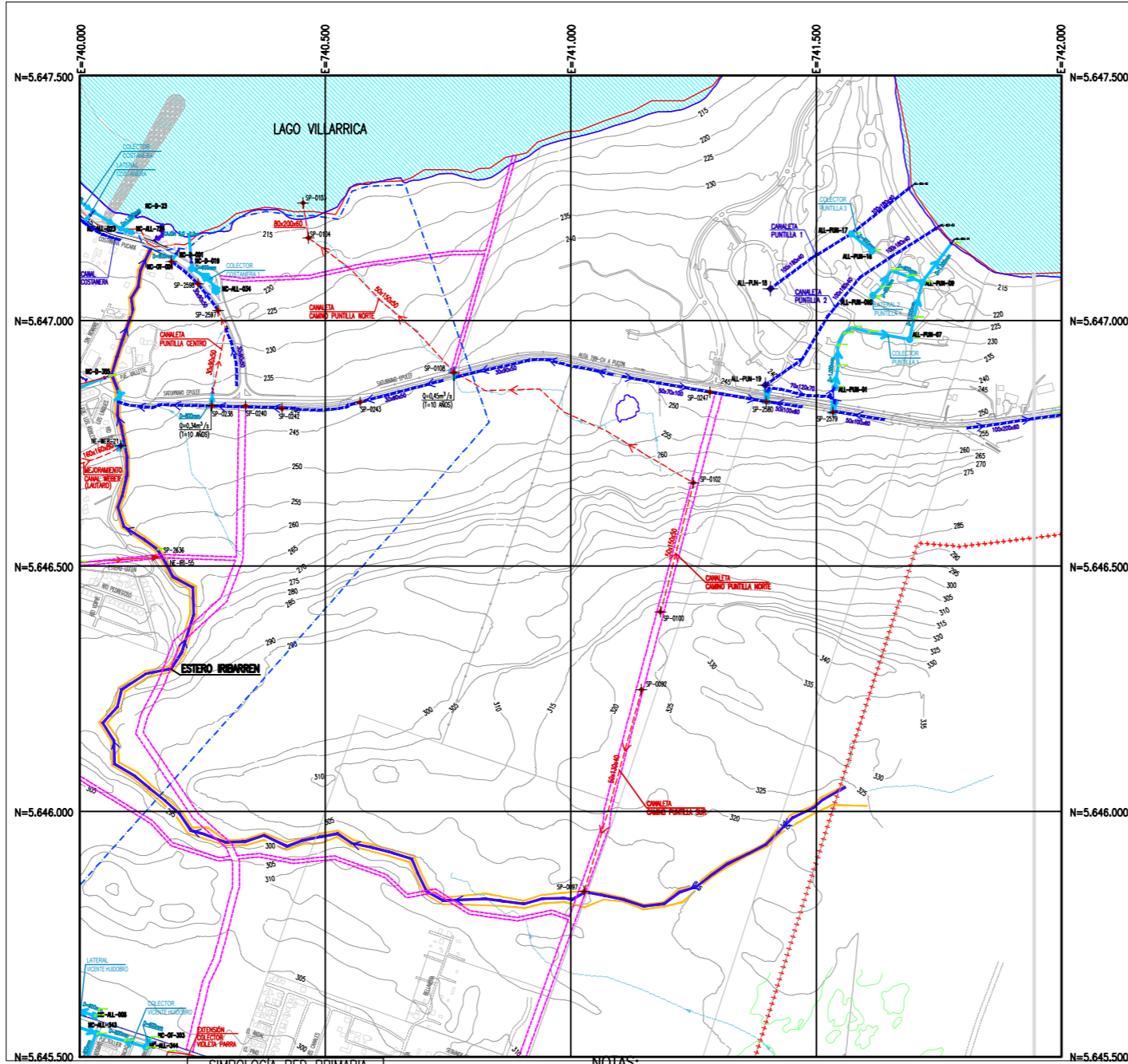


FIGURA Nº 6.8

SISTEMA RED PRIMARIA LÁMINA 8/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 9/20
 ESCALA 1:10.000

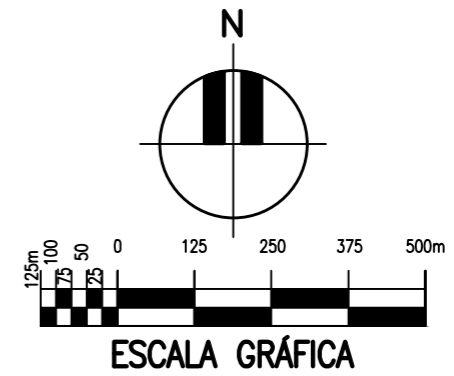


SIMBOLOGIA	
---+---+---+---	AREA DE ESTUDIO
---+---+---	LMITE URBANO ACTUAL
---+---+---	CANAL ENTUBADO
---	CAUCE NATURAL (Cuadrado)
---	CURVAS DE NIVEL INDICE
---	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
---	COTA DE NIVEL
---	CALLE PAVIMENTADA
---	CALLE DE TIERRA

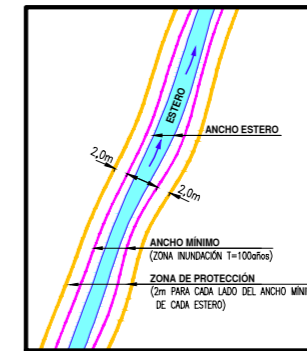
SIMBOLOGIA RED PRIMARIA	
---	EDIFICACION IMPORTANTE
---	TRANQUE Y LAGUNA
---	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
---	PUNTE
---	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
---	CANAL INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
---	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
---	CANAL INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
---	CANAL Y CANALITA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
---	CANAL Y CANALITA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

---	NODO INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL
---	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
---	FRANJA DE PROTECCION CAUCE NATURAL PRIMARIO
---	DETALLE ANCHO MINIMO DE LOS ESTEROS
---	LMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO
---	DOMINACION DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFIA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAIDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
 S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER CÓMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

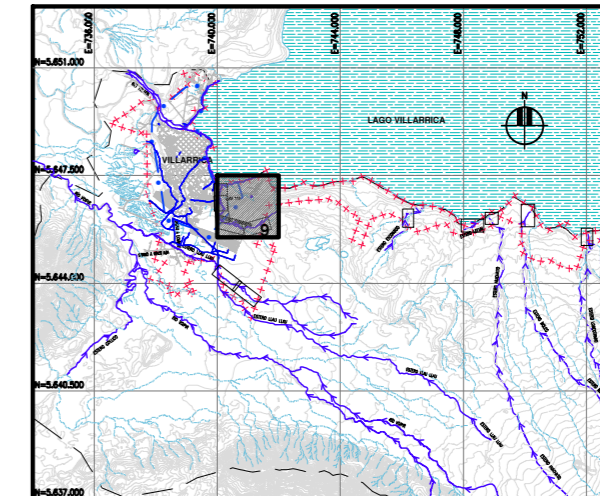
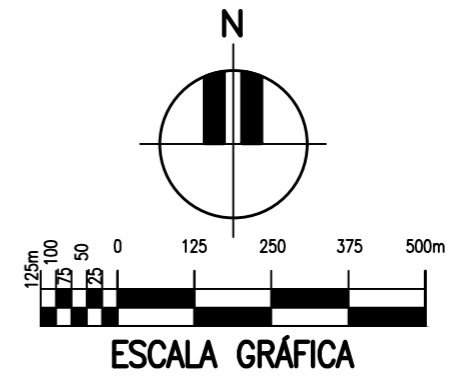
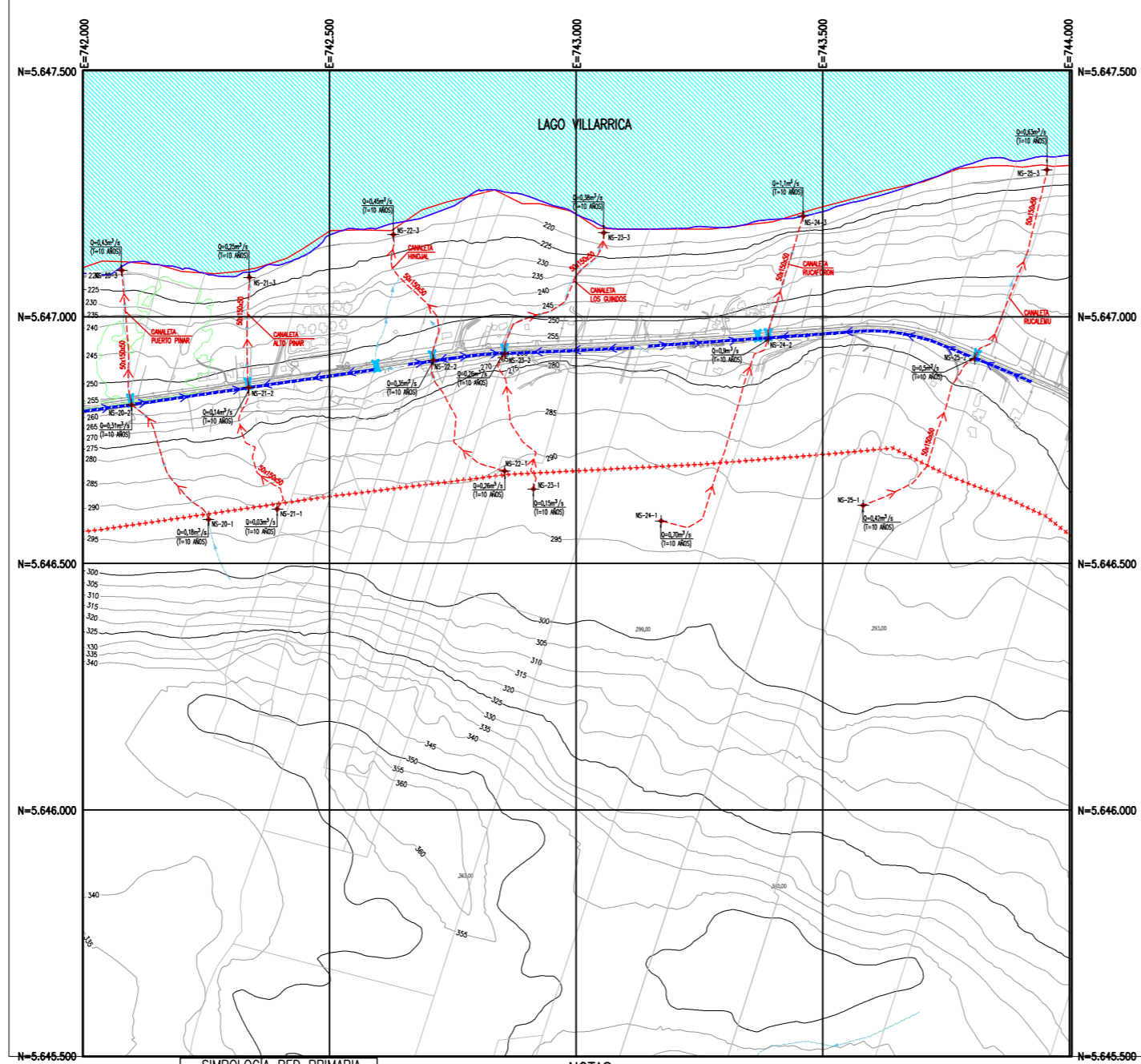
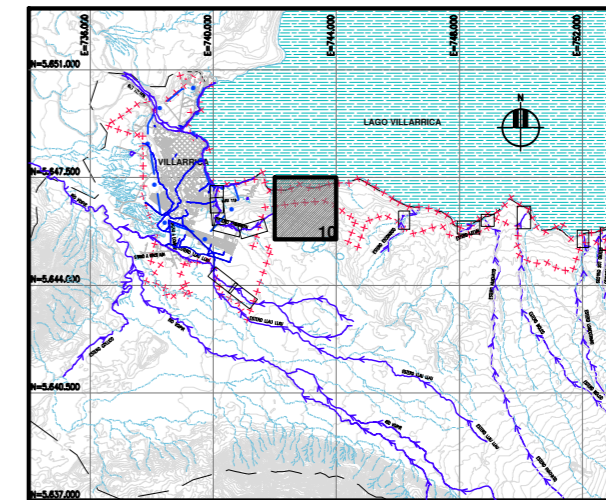


FIGURA N° 6.09
 SISTEMA RED PRIMARIA
 LÁMINA 9/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 10/20
 ESCALA 1:20.000



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGIA	
	AREA DE ESTUDIO
	LIMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACION IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGIA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CAÑERA INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CAÑERA INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAÑALERA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAÑALERA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

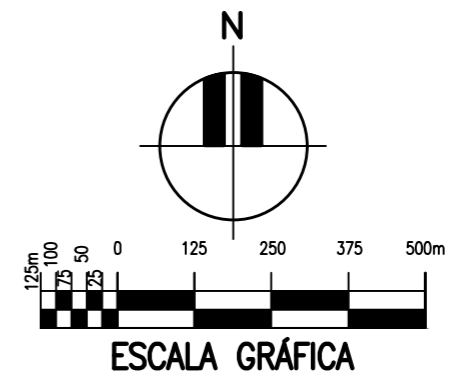
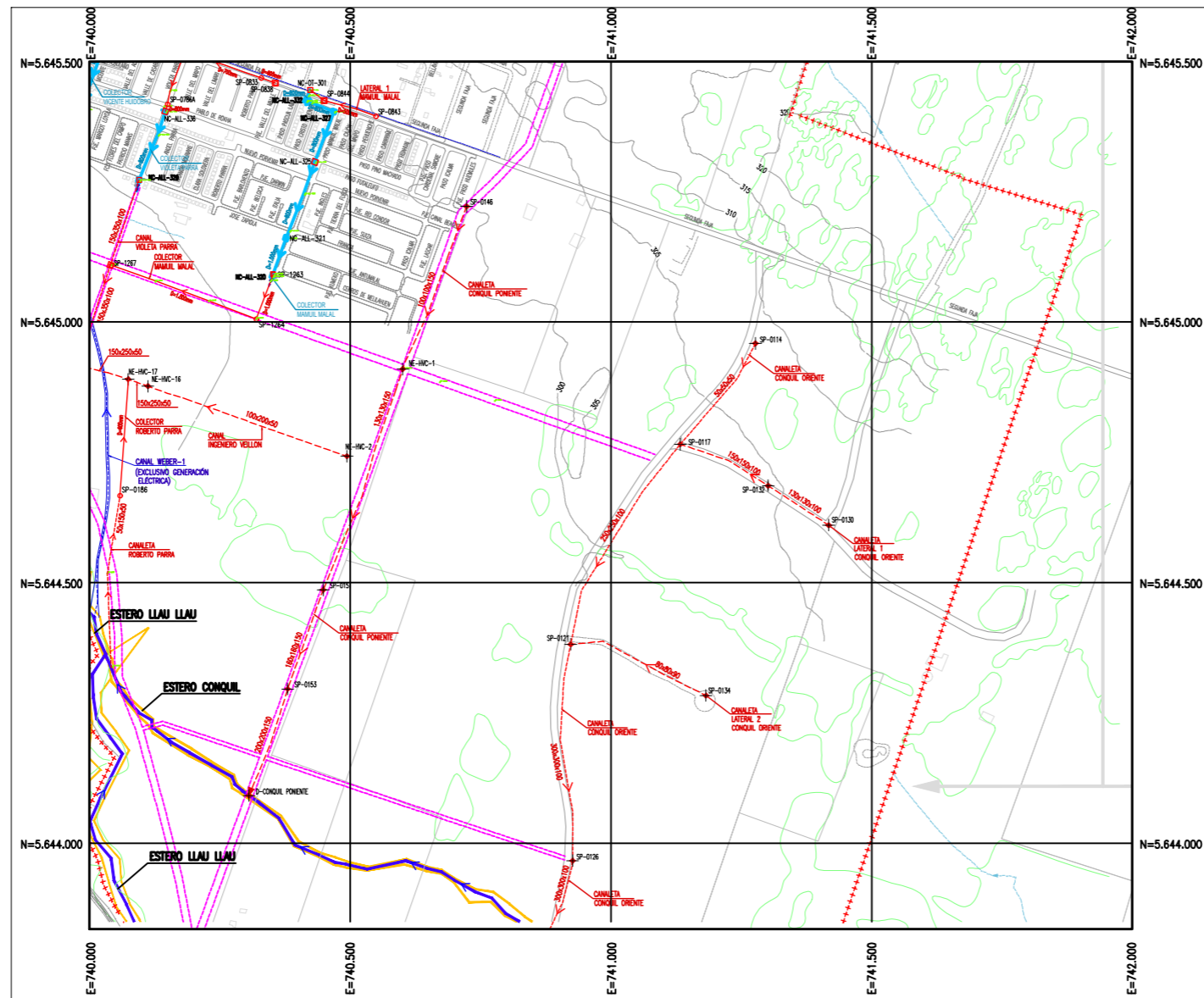
	NODO INICIAL, CAMBIO SECCION, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCION CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE NIVEL MINIMO DE LOS ESTEROS
	LIMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO
	DOMINACION DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CAÑALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CAÑALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFIA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAIDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

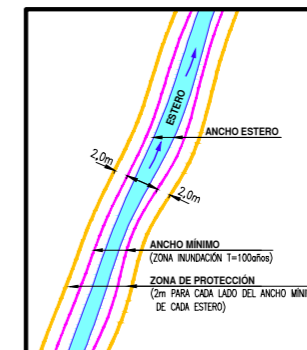


FIGURA N° 6.10
 SISTEMA
 RED PRIMARIA
 LÁMINA 10/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 11/20
ESCALA 1:10.000

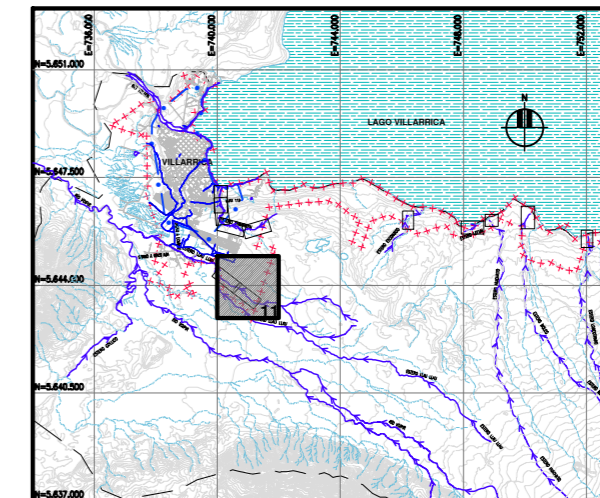


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
ESCALA 1:3.000



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CANAL INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CANCHALETA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CANCHALETA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NOUDO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

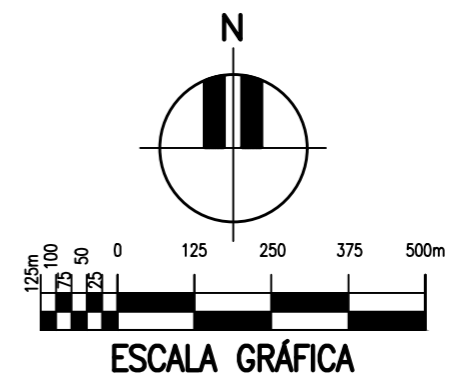
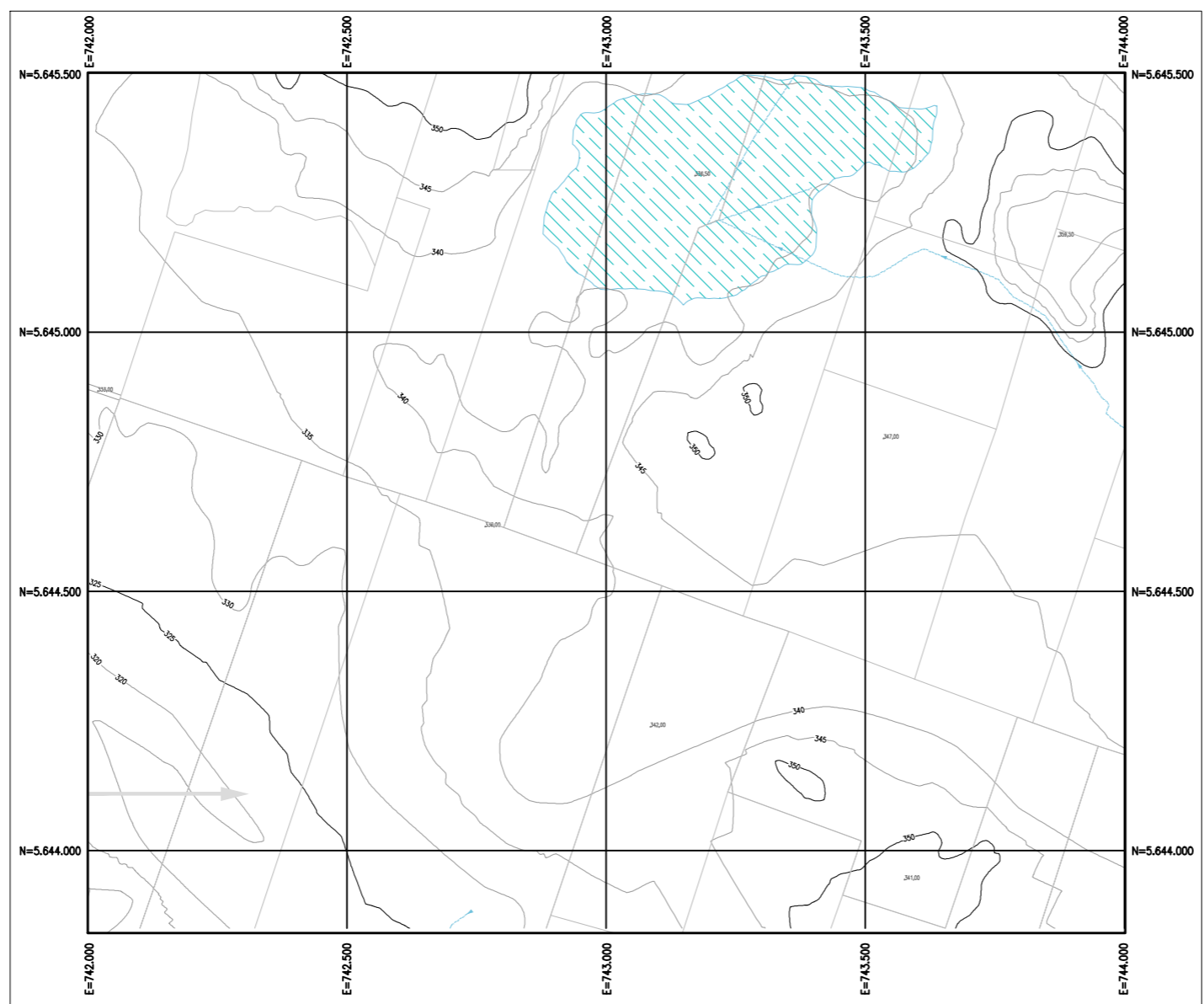
- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



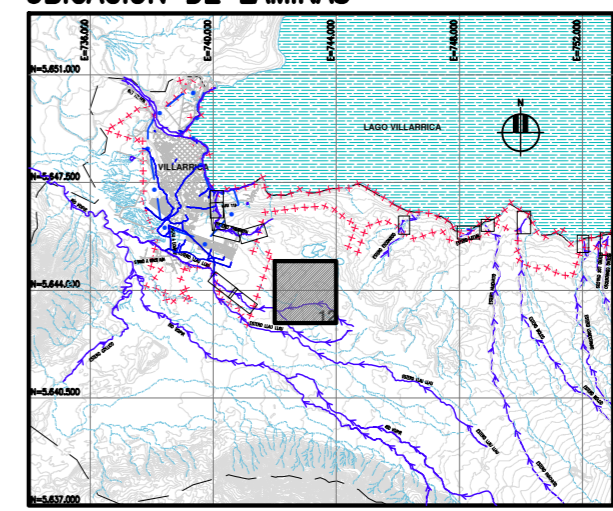
FIGURA N° 6.11

SISTEMA
RED PRIMARIA
LÁMINA 11/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 12/20
 ESCALA 1:10.000



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

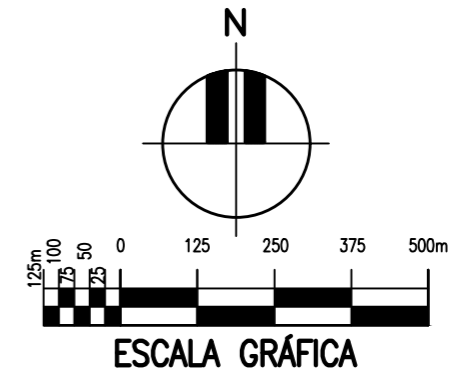
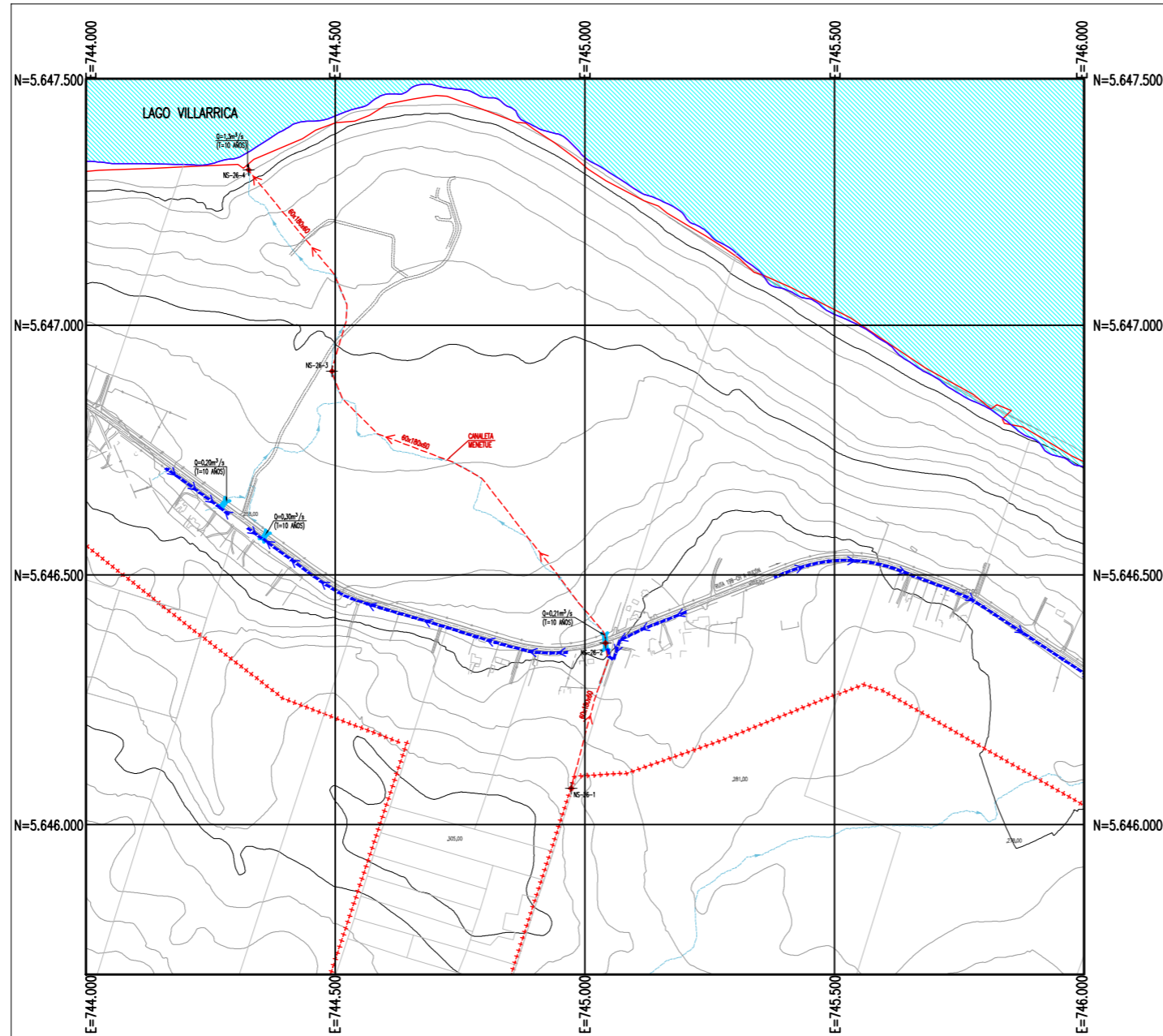
SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)
	NOUDO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE NIVEL MÍNIMO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	CU-02

NOTAS:
 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

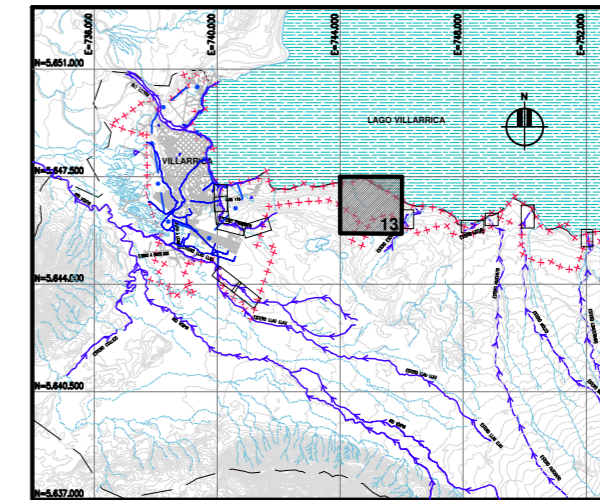


FIGURA N° 6.12
 SISTEMA RED PRIMARIA
 LÁMINA 12/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 13/20
 ESCALA 1:10.000



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CANALITA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CANALITA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NOUDO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE NUDO MINIMO DE LOS ESTEREO
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO
	CU-02 DENOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL AREA DE ESTUDIO

NOTAS:

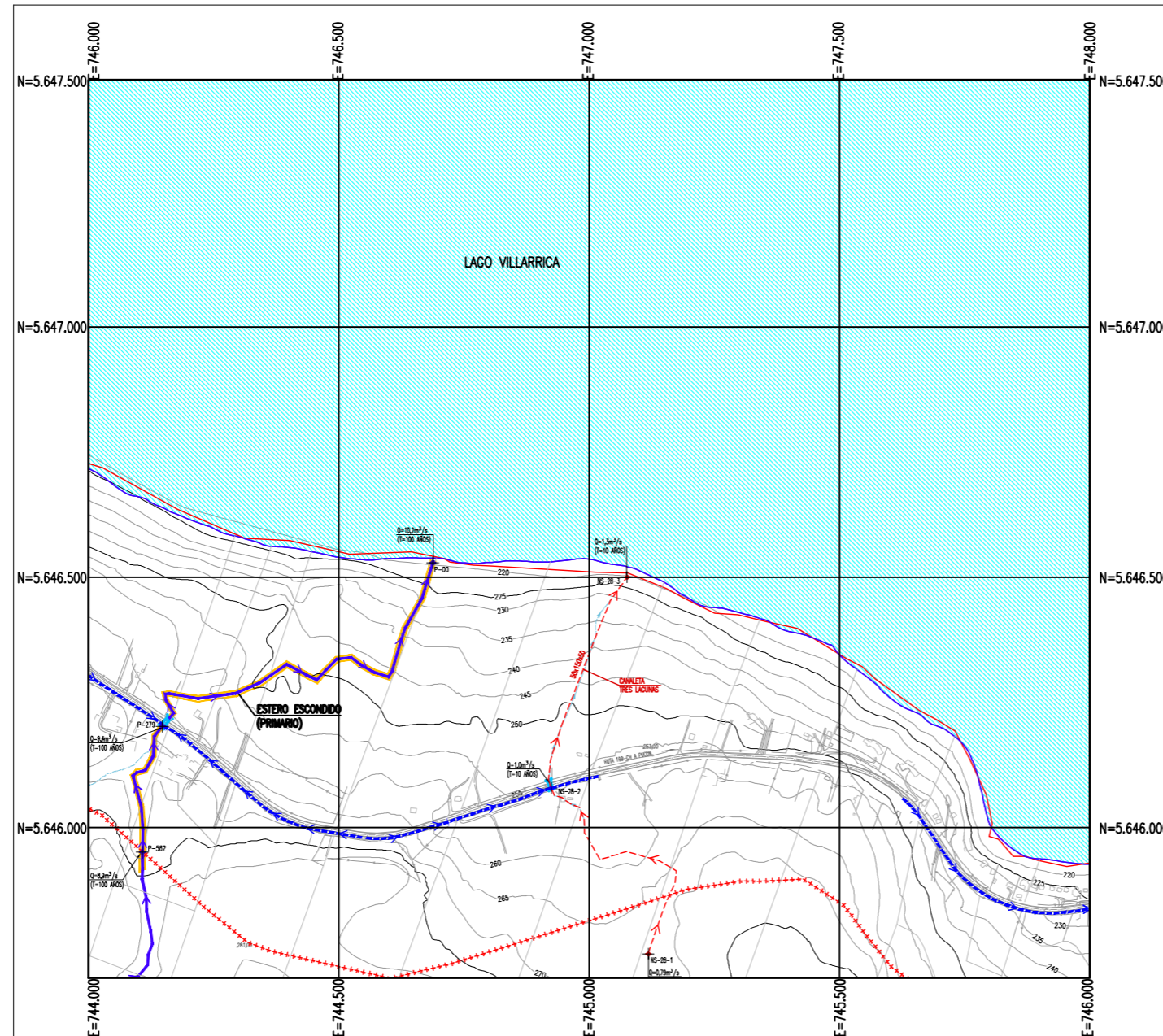
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



FIGURA N° 6.13

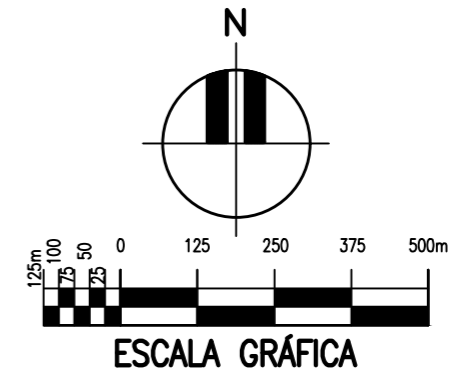
**SISTEMA
 RED PRIMARIA
 LÁMINA 13/20**

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 14/20
 ESCALA 1:10.000

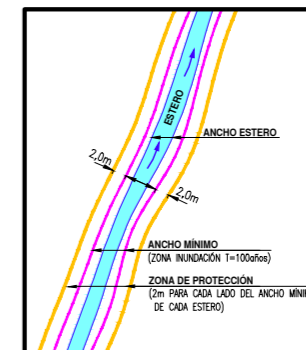


SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
---+---+---+---+---	ÁREA DE ESTUDIO	---D=100mm---	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
---+---+---+---+---	LÍMITE URBANO ACTUAL	---D=400mm---	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
---+---+---+---+---	CANAL ENTUBADO	---D=700mm---	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
---+---+---+---+---	CAUCE NATURAL (Quebradas)	SP-008	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL INDICE	SP-008	CANAL Y CANALETA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA	SP-008	CANAL Y CANALETA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)
---+---+---+---+---	COTA DE NIVEL	SP-2543	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
---+---+---+---+---	CALLE PAVIMENTADA	---	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
---+---+---+---+---	CALLE DE TIERRA	---	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL, PRIMARIO (DETALLE MÍNIMO MÍNIMO DE LOS ESTEROS)
---	EDIFICACIÓN IMPORTANTE	---	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
---	TRONQUE Y LAGUNA	---	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
---	CALLES Y PREDIOS FUTUROS	---	CU-02
---	PUNTE	---	

NOTAS:
 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRÁFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

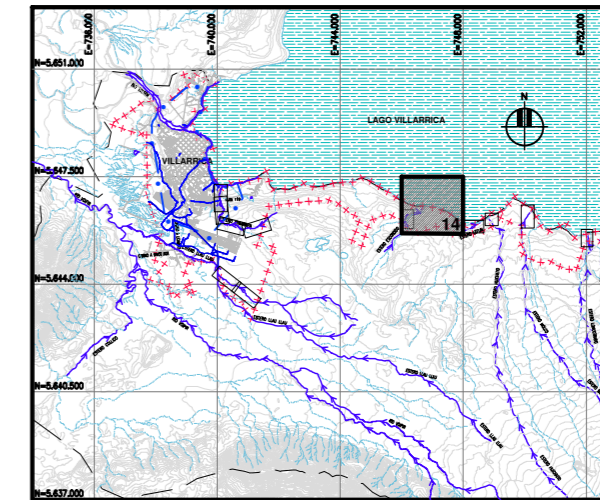
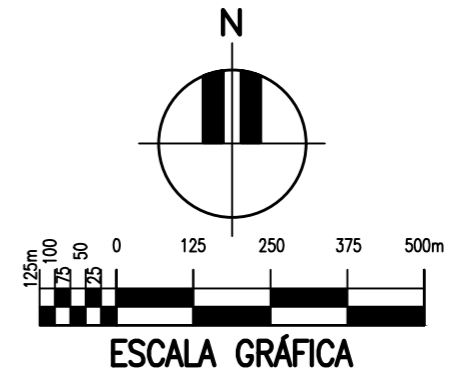
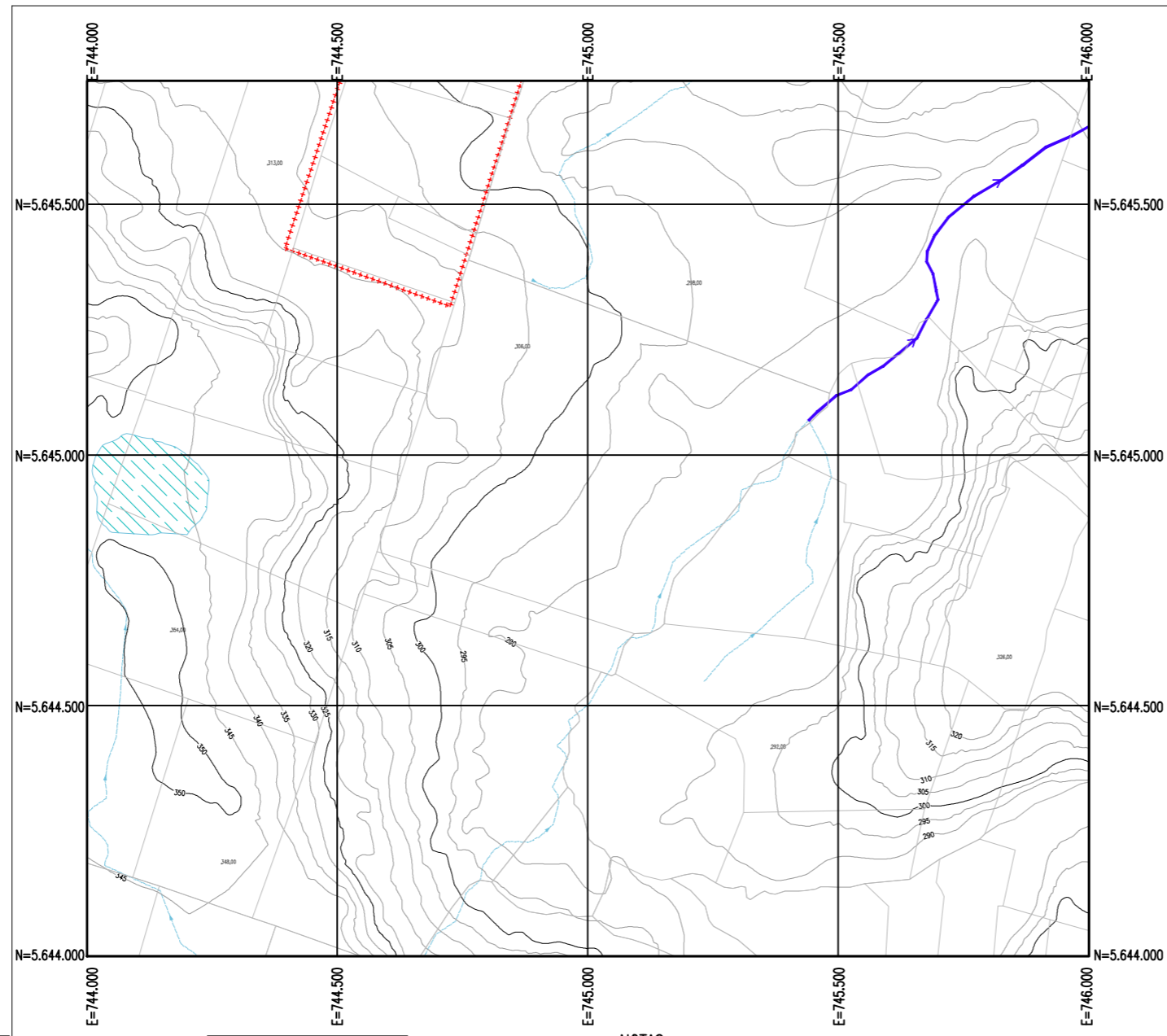
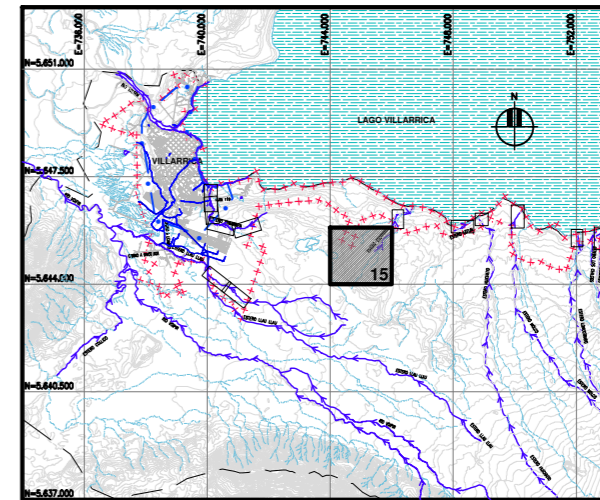


FIGURA N° 6.14
 SISTEMA RED PRIMARIA LÁMINA 14/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 15/20
 ESCALA 1:10.000



UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
---+---+---+---+---	ÁREA DE ESTUDIO
---+---+---+---+---	LÍMITE URBANO ACTUAL
---+---+---+---+---	CANAL ENTUBADO
---+---+---+---+---	CAUCE NATURAL (Quebradas)
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL INDICE
---+---+---+---+---	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
---+---+---+---+---	COTA DE NIVEL
---+---+---+---+---	CALLE PAVIMENTADA
---+---+---+---+---	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRINQUE Y LAGUNA
	CALLES Y FRENSOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CUNETA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CUNETA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NOUDO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTEREO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE MÍNIMO ANCHO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	CU-02

NOTAS:

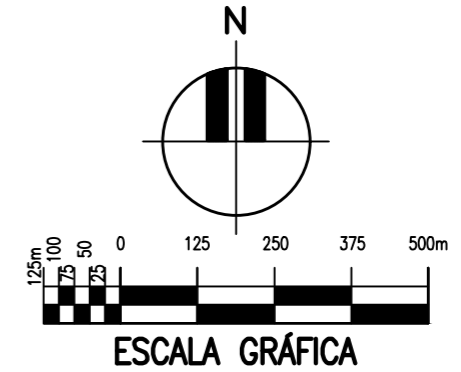
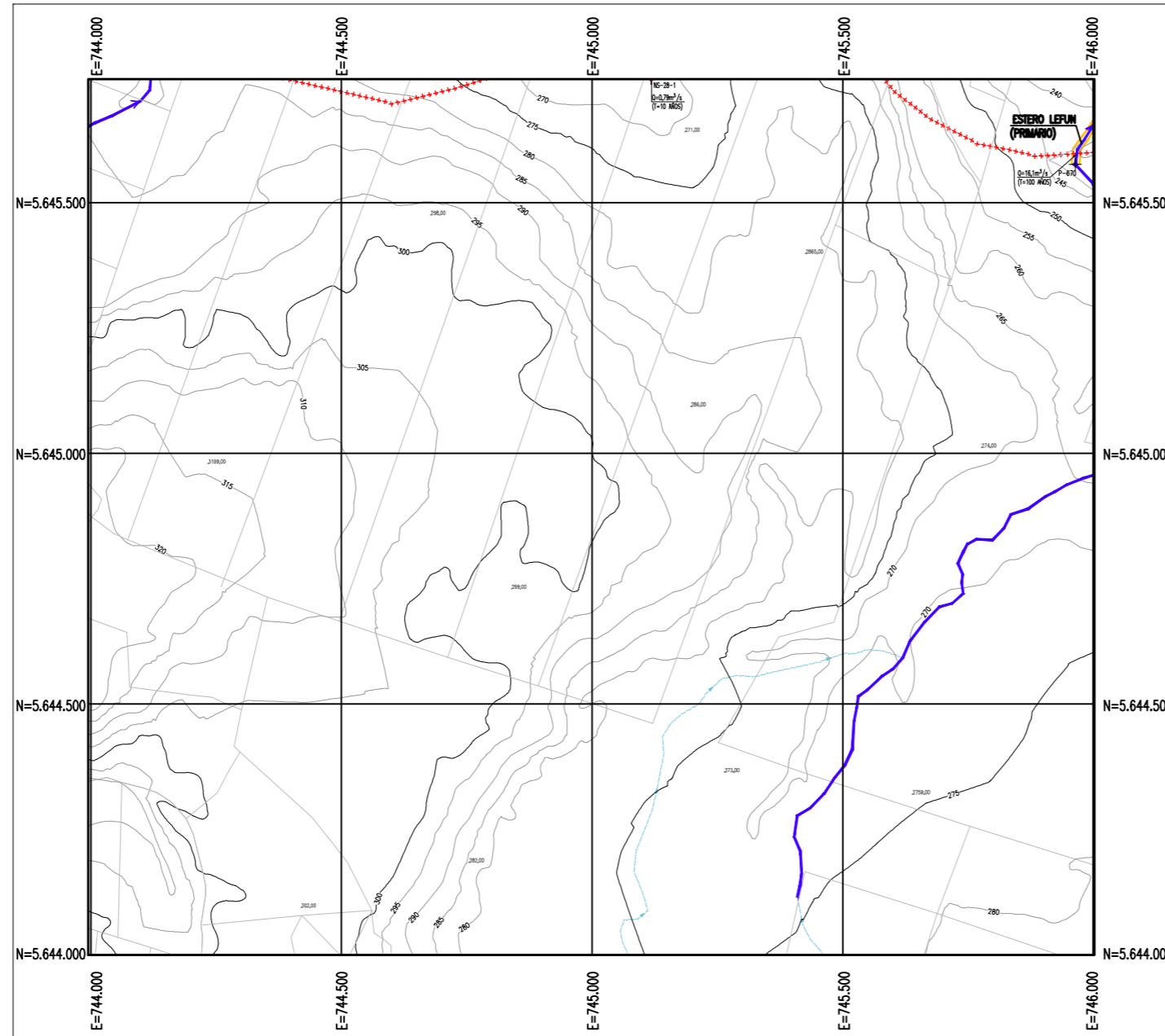
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



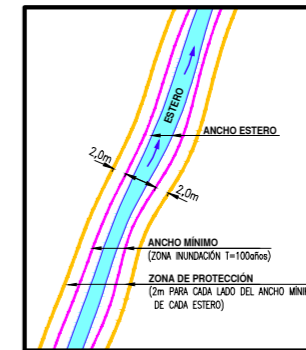
FIGURA N° 6.15

**SISTEMA
 RED PRIMARIA
 LÁMINA 15/20**

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 16/20
 ESCALA 1:10.000

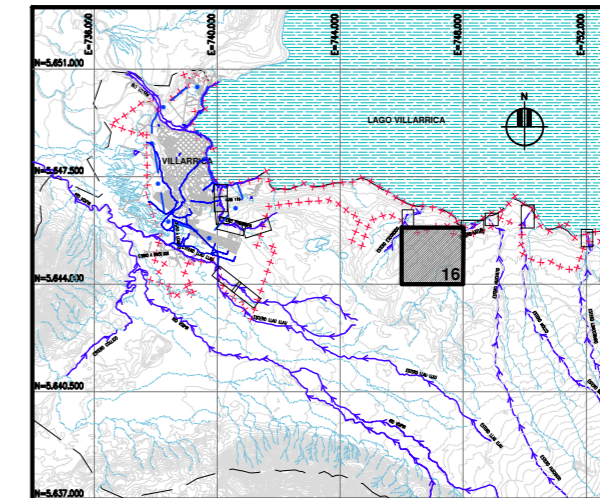


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
 S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APORTANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APORTANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOTAS:

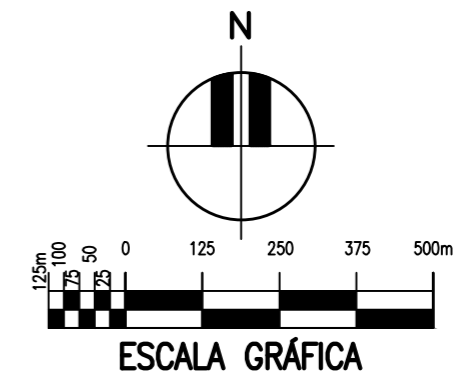
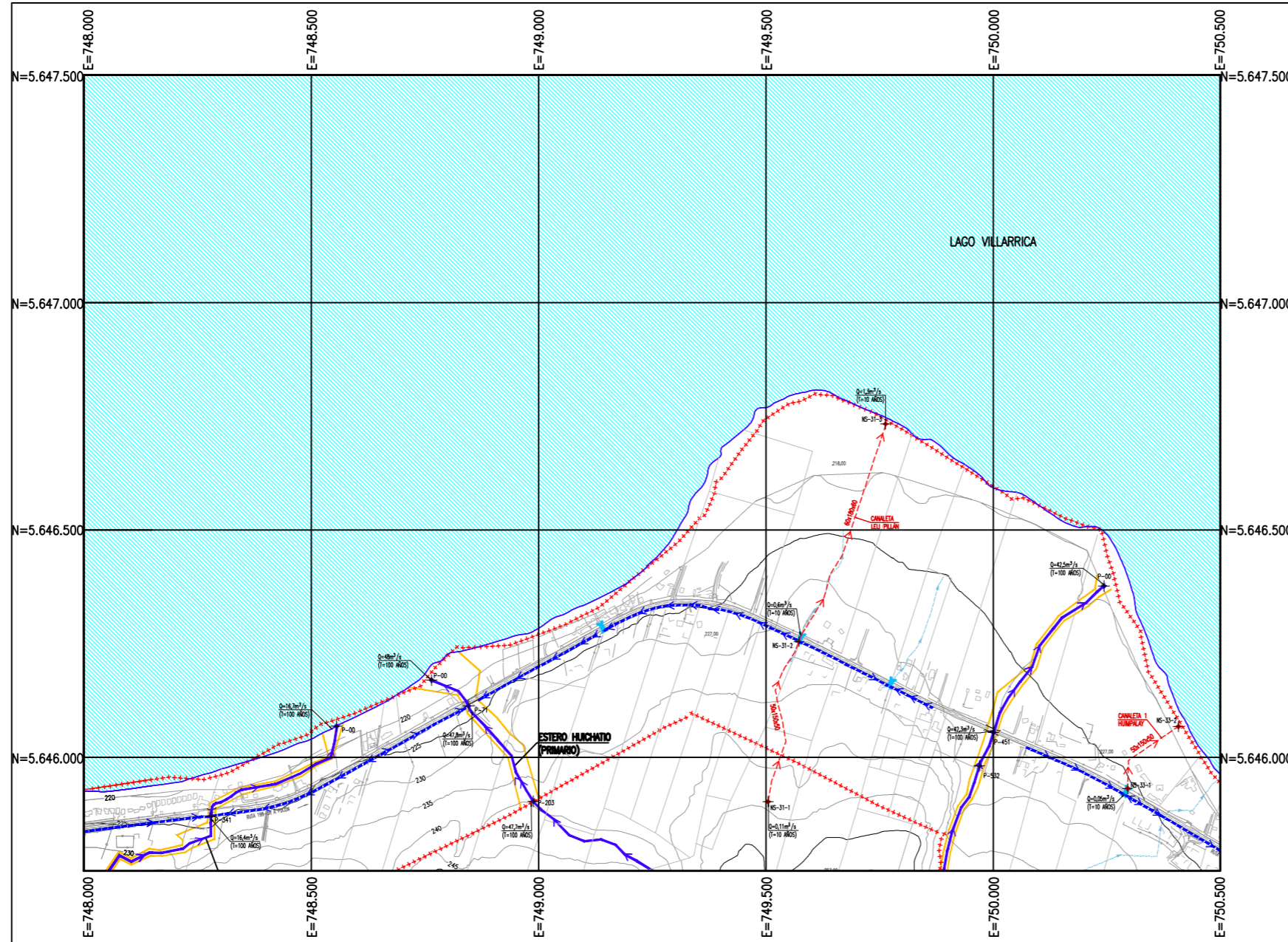
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



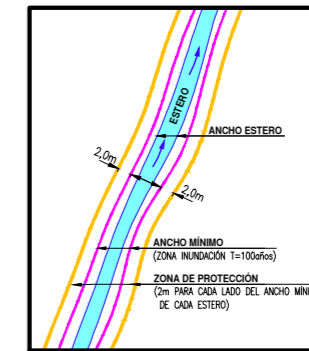
FIGURA N° 6.16

SISTEMA
 RED PRIMARIA
 LÁMINA 16/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 17/20
ESCALA 1:10.000

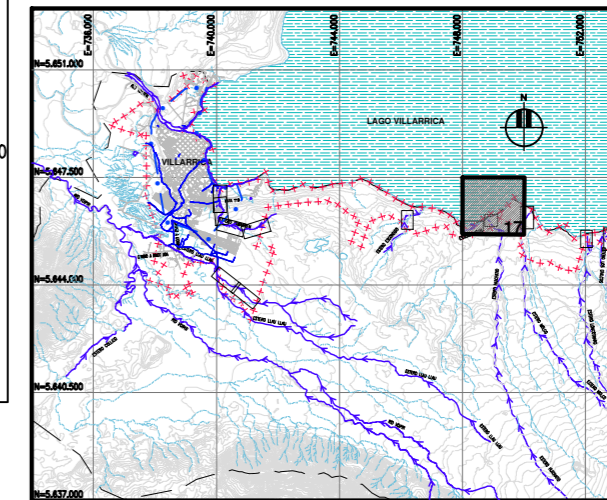


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



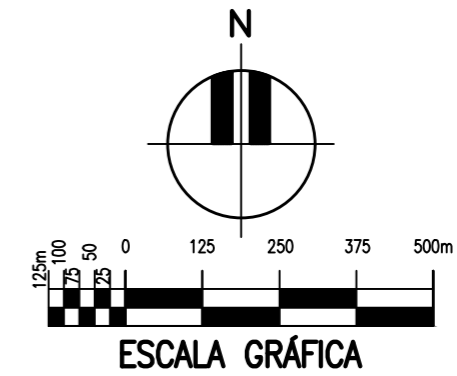
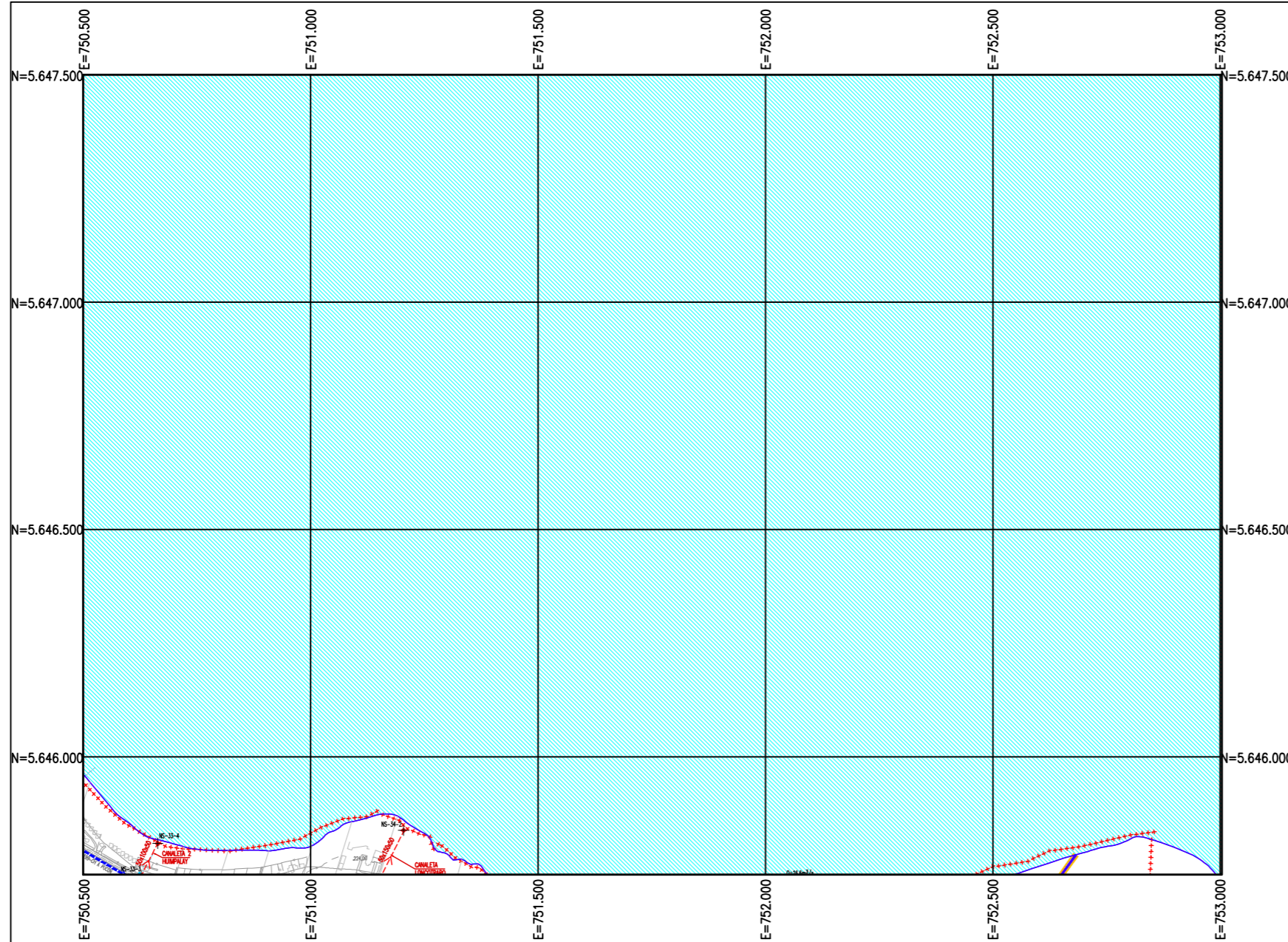
SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	ÁREA DE ESTUDIO		COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL		CAMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	CANAL ENTUBADO		COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CAUCE NATURAL (Cuadradas)		CAMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CAUCE NATURAL (Ovaladas)		CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CURVAS DE NIVEL INDICE		CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		
	COTA DE NIVEL		
	CALLE PAVIMENTADA		
	CALLE DE TIERRA		

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRAFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.

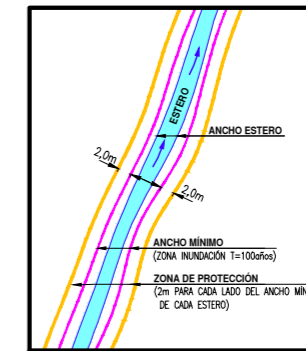


FIGURA N° 6.17
SISTEMA RED PRIMARIA
LÁMINA 17/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LAMINA 18/20
ESCALA 1:10.000

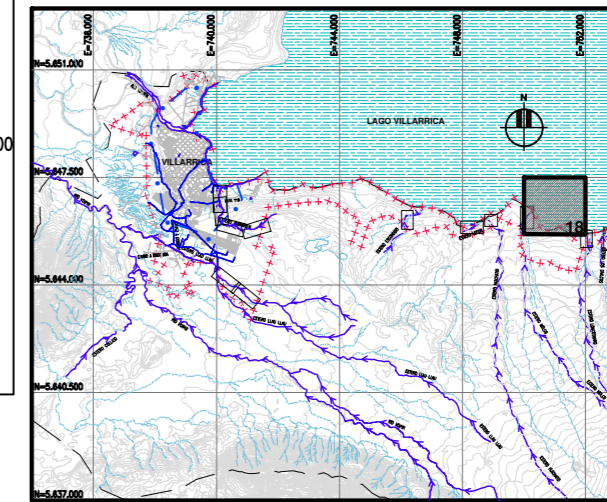


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER CÓMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Quebradas)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

	EDIFICACIÓN IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO
	DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DENOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOTAS:

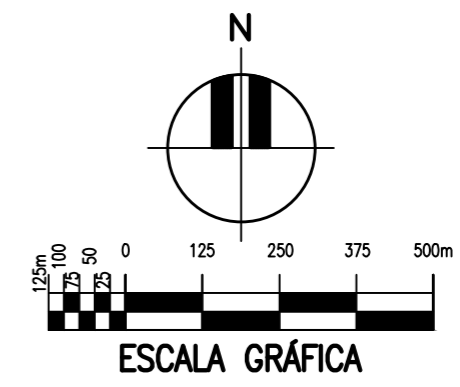
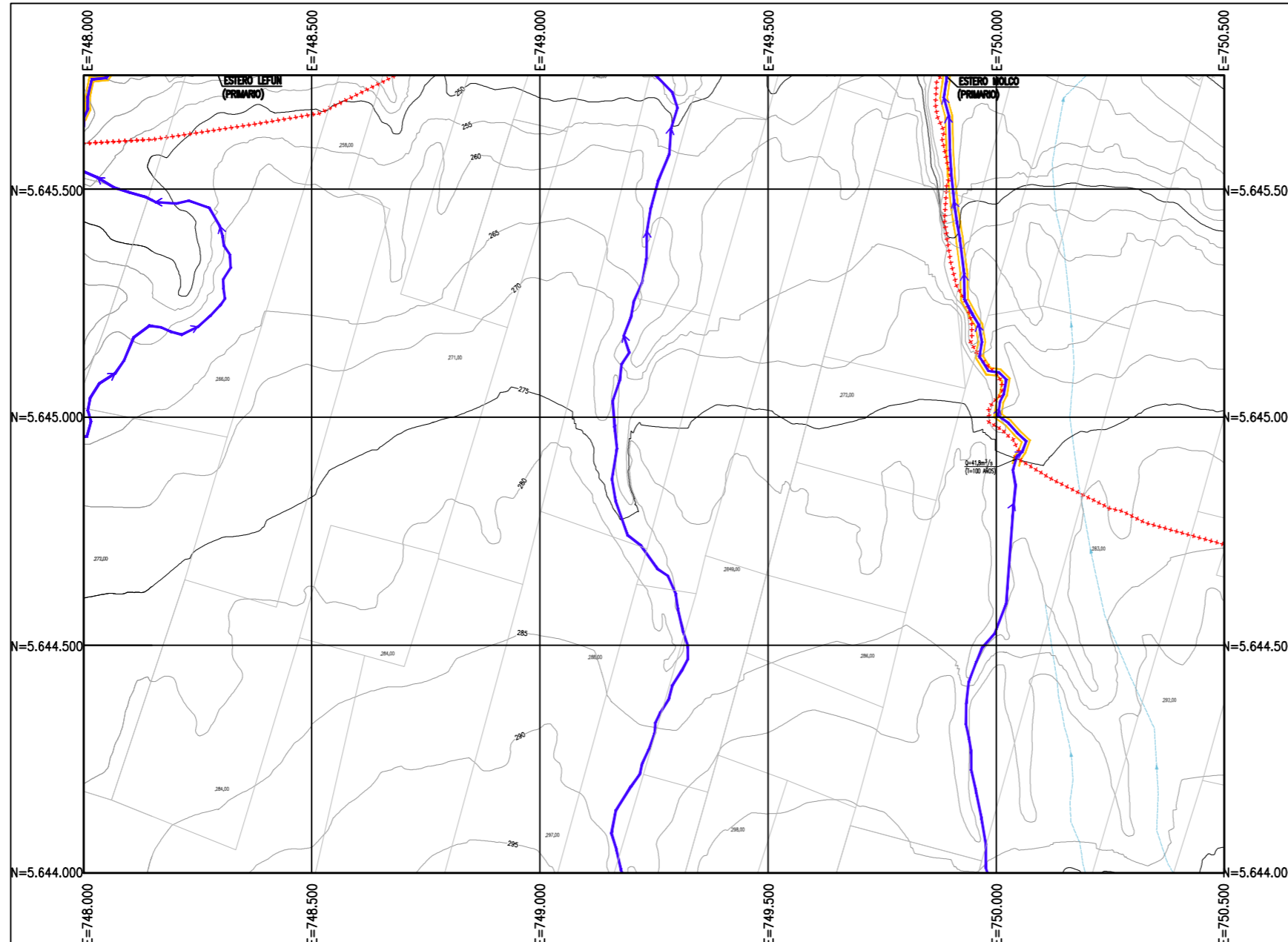
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRÁFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



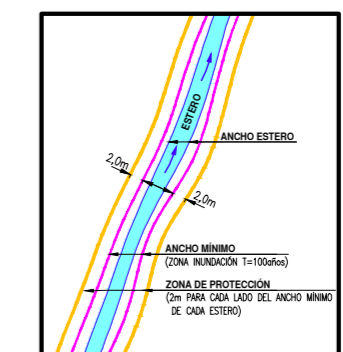
FIGURA N° 6.18

SISTEMA RED PRIMARIA LÁMINA 18/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 19/20
 ESCALA 1:10.000

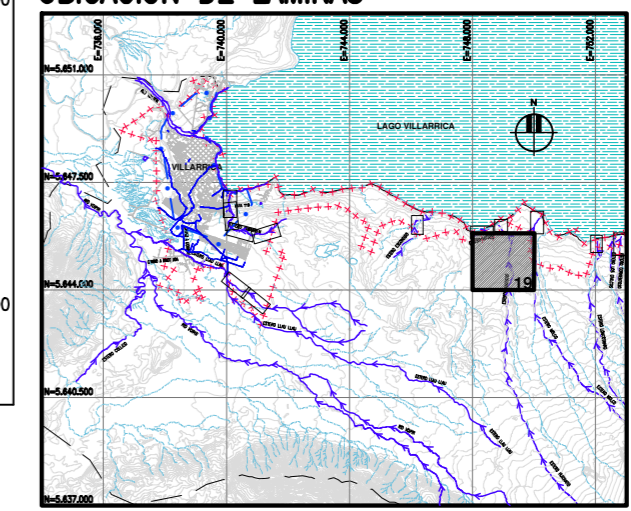


DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
 S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS



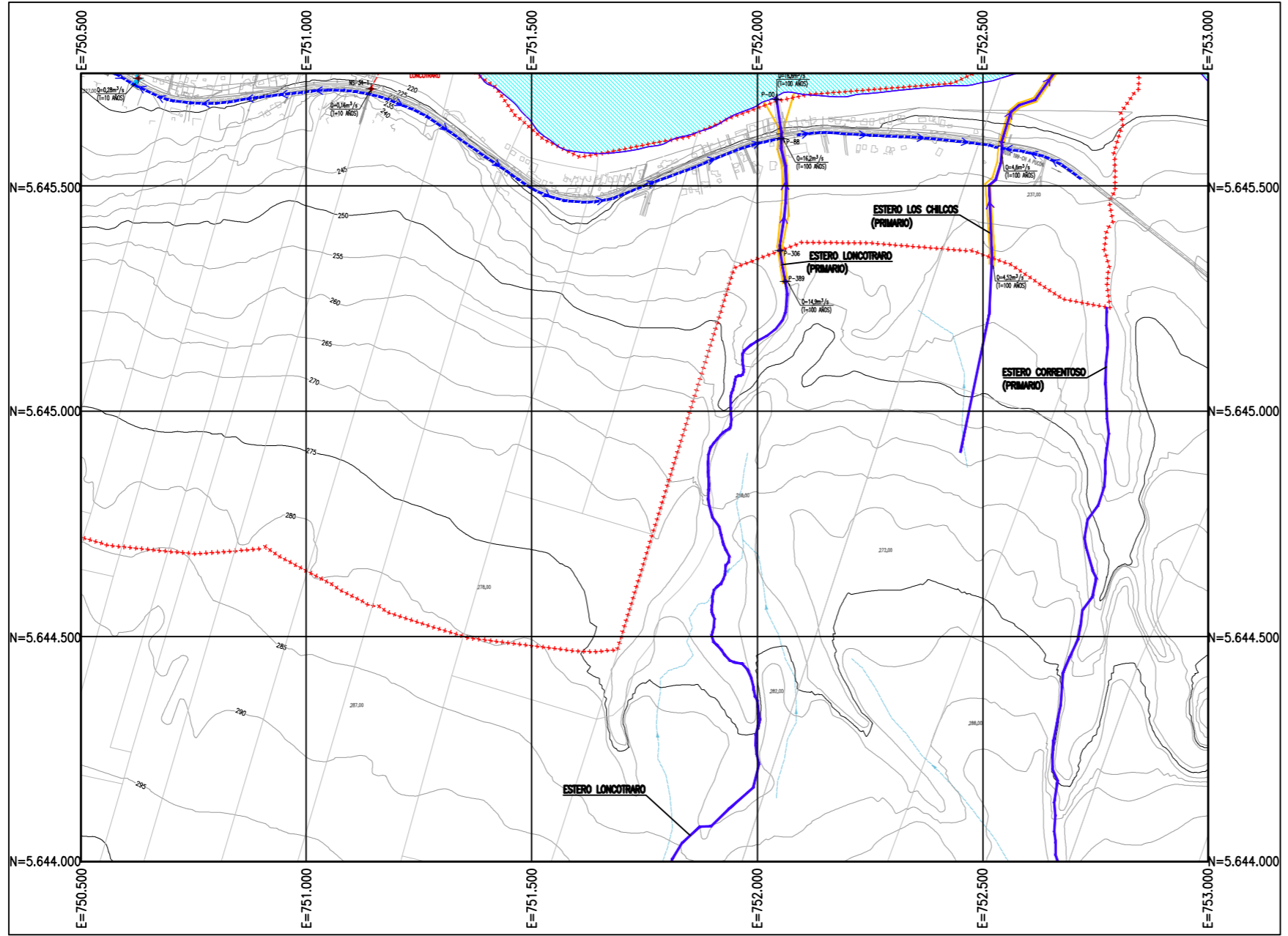
SIMBOLOGÍA		SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
<ul style="list-style-type: none"> ÁREA DE ESTUDIO LÍMITE URBANO ACTUAL CANAL ENTUBADO CAUCE NATURAL (Cuadrado) CURVAS DE NIVEL INDICE CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA COTA DE NIVEL CALLE PAVIMENTADA CALLE DE TIERRA 	<ul style="list-style-type: none"> EDIFICACIÓN IMPORTANTE TRANQUE Y LAGUNA CALLES Y PREDIOS FUTUROS PUNTE 	<ul style="list-style-type: none"> COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*) 	<ul style="list-style-type: none"> NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL) FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL PRIMARIO DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

- NOTAS:
- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
 - (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 - 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRÁFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



FIGURA N° 6.19
 SISTEMA RED PRIMARIA
 LÁMINA 19/20

PLANTA DEFINICIÓN RED PRIMARIA, LÁMINA 20/20
ESCALA 1:10.000



SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE ESTUDIO
	LÍMITE URBANO ACTUAL
	CANAL ENTUBADO
	CAUCE NATURAL (Cuadrado)
	CURVAS DE NIVEL INDICE
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
	COTA DE NIVEL
	CALLE PAVIMENTADA
	CALLE DE TIERRA

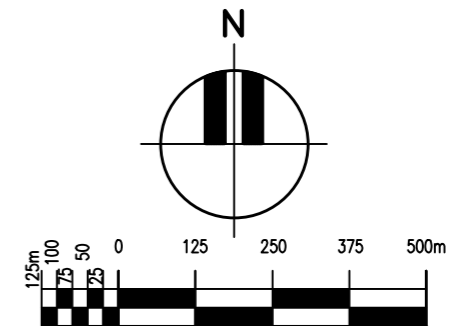
	EDIFICACION IMPORTANTE
	TRANQUE Y LAGUNA
	CALLES Y PREDIOS FUTUROS
	PUNTE

SIMBOLOGÍA RED PRIMARIA	
	COLECTOR ALL EXISTENTE PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL EXISTENTE
	COLECTOR ALL PROYECTADO PRIMARIO
	CÁMARA INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL PROYECTADO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO EXISTENTE PRIMARIO
	CANAL Y CAJUELA ABIERTO PROYECTADO O MEJORADO PRIMARIO (*)

	NODO INICIAL, CAMBIO SECCIÓN, ENTRADA LATERAL O FINAL
	ESTERO PRIMARIO (CAUCE NATURAL)
	FRANJA DE PROTECCIÓN CAUCE NATURAL, PRIMARIO (DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS)
	LÍMITE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO
	DOMINACIÓN DE CUENCA APOYANTE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO

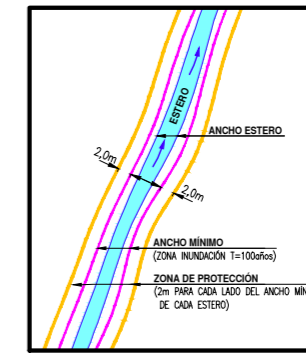
NOTAS:

- 1.-COLECTOR MARIO CORTES SE INCLUYE COMO RED PRIMARIA PARA DAR CONECTIVIDAD A CANALES ABIERTOS.
- (*) 2.-EN LOS CANALES SE DEBE AGREGAR A SU ANCHO, UNA FRANJA DE 3m PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 3.-LA CARTOGRAFÍA ESCALA 1:2.500 Y 1:10.000 HAN SIDO EXTRAÍDAS DE DISTINTAS BASES CARTOGRÁFICAS QUE NO SE TRASLAPAN EN EL SECTOR SEÑALADO.



ESCALA GRÁFICA

DETALLE ANCHO MÍNIMO DE LOS ESTEROS
S/ESCALA



NOTA: LA ZONA DE PROTECCIÓN DEBE SER COMO MÍNIMO DE 10m.

UBICACIÓN DE LÁMINAS

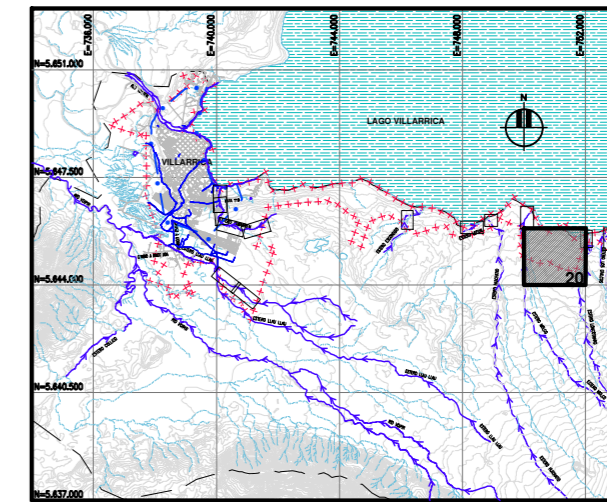


FIGURA N° 6.20

SISTEMA RED PRIMARIA LÁMINA 20/20

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se ha elaborado y se dispone de un completo Plan Maestro del sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias de Alerce, que permitirá minimizar los efectos adversos de las lluvias en la zona.

El presente Plan Maestro de evacuación y drenaje de las aguas lluvias de la ciudad de Alerce, debe considerarse como un instrumento de planificación urbano general, destinado a definir y orientar la programación de inversiones futuras en obras que den solución integral a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Entendido como herramienta de planificación general el presente Plan Maestro debería ser difundido entre las diversas autoridades locales encargadas de la planificación y desarrollo urbano de la ciudad, así como a inversionistas y urbanizadores, de manera que sus planes sectoriales y locales sean compatibles y consistentes con este Plan Maestro.

La priorización de inversiones propuesta en el presente Plan Maestro debe ser objeto de revisiones y actualizaciones periódicas de modo de incorporar aquellas modificaciones que resulten de introducir por ejemplo el mayor desarrollo urbano y los resultados y efecto de la operación de los sistemas de evacuación y drenaje materializados a lo largo del tiempo, así como también aquellos cambios que pudieran derivarse de la operación de nuevas políticas institucionales. Todo ello de modo que su aplicación mantenga un consenso entre los partícipes en la aplicación del Plan Maestro como instrumento de planificación.

Como parte del presente Plan Maestro, se efectuó un catastro de toda la infraestructura existente relacionada con la evacuación y drenaje de las aguas lluvias generándose por primera vez para la Dirección de Obras Hidráulicas y otros organismos fichas y planchetas que detallan las características de dichas obras.

También como parte del Plan Maestro se efectuó un diagnóstico tendiente a establecer la capacidad de la infraestructura existente y la magnitud y valorización de los daños que se presentan en Alerce producto del anegamiento por acumulación de aguas lluvias.

La solución integral a los problemas de evacuación y drenaje de las aguas lluvias requieren la construcción de una red, cuya inversión asociada asciende en términos de costo total (incluye ingeniería e imprevistos (10%), gastos generales y utilidades (55%), impuesto al valor agregado I.V.A. (19%) e inspección (6%)) a millones **\$16.347** para una condición de diseño asociada a 2 años de período de retorno para los colectores, y de 25 y 100 años para el caso de los canales y cauces naturales.

Del monto total de inversión, es de competencia de la Dirección de Obras Hidráulicas solo la parte correspondiente a la red primaria, que alcanza un monto de millones \$ 12.826, equivalente al 78% del monto total de inversión; el restante 22% (millones \$ 3.521) corresponde a red secundaria.

7.2 Recomendaciones

Una vez decidida la construcción de un colector de la red primaria consultado en el Plan Maestro, debe tenerse presente que será necesario materializar simultáneamente o en el corto plazo su correspondiente red de colectores secundaria, de forma tal que dicho colector primario cumpla efectiva y cabalmente su cometido de sanear el área de drenaje asociada a él.

Se recomienda definir, elaborar y aplicar un manual de inspección y mantención para el sistema propuesto, el cual podría ser específico para la ciudad de Alerce, partiendo de manuales generales para todo el país. De esta manera podrá asegurarse que se mantendrán adecuada y permanentemente la capacidad de cada una de las obras del sistema de drenaje.

Con el fin de mejorar la calidad y representatividad de la información necesaria para el continuo y permanente mejoramiento del Plan Maestro así como para la gestión y operación de la red de drenaje de aguas lluvias, se recomienda:

- Desarrollar un plan de monitoreo en la red.
- Crear una base de datos hidrometeorológicos más completa y representativa de las zonas urbanas y de expansión de la ciudad, y de datos de calidad de las aguas drenada y conducidas por la red.
- Disponer de modelos de fácil aplicación, que permitan actualizar rápidamente la planificación de las obras de drenaje previstas para adaptarse con agilidad a los cambios urbanísticos futuros.
- Implementar un sistema de mediciones en la red apuntando a:
 - Contar con la información técnica pertinente para futuras decisiones de planeamiento, proyecto, dimensionamiento y diseño.
 - Tener información en tiempo real de situaciones críticas relativas a la capacidad de desagüe de la red, producidas por intensos temporales de lluvias.
 - Hacer posible la implementación de modelos numéricos de simulación del funcionamiento de la red.
 - En una perspectiva más amplia, toda la información generada a lo largo del tiempo servirá para optimizar la operación, gestión y control de la red de drenaje en situaciones normales y de crisis.

En la medida que se disponga de mejor información sobre los eventos hidrometeorológicos, se justifica complementar el Plan Maestro con mapas de riesgo para eventos asociados a períodos de retorno superiores a 100 años, a fin de establecer planes de protección civil para este tipo de eventos excepcionales.

Por último, resulta recomendable ejecutar las obras definidas con la mayor prioridad y las medidas no estructurales definidas en el presente Plan Maestro.