



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS**

**DISEÑO DEFINITIVO CANAL DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS  
SANTA MARTA COMUNA DE MAIPÚ, REGIÓN METROPOLITANA**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**INFORME FINAL**

**ABRIL 2025**





# ÍNDICE DE MEMORIA

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1-1</b>
1.1	Antecedentes Generales	1-1
1.2	Definición de Fases Constructivas	1-2
1.2.1	Fase Constructiva I	1-2
1.2.2	Fase Constructiva II	1-3
1.2.3	Fase Constructiva III	1-4
1.2.4	Fases I.1, I.2, I.3	1-6
1.3	Objetivos y alcances de la Consultoría	1-9
1.4	Etapas de la Consultoría	1-10
<b>2</b>	<b>RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES</b>	<b>2-1</b>
2.1	Estudios Anteriores	2-1
2.2	Otros Antecedentes	2-1
<b>3</b>	<b>VISITAS A TERRENO EN DÍAS DE LLUVIA</b>	<b>3-1</b>
<b>4</b>	<b>CATASTRO COMPLEMENTARIO DE AGUAS LLUVIAS</b>	<b>4-1</b>
<b>5</b>	<b>CATASTRO SERVICIOS EN FAJA TOPOGRÁFICA Y POZOS EXPLORATORIOS</b>	<b>5-1</b>
<b>6</b>	<b>TOPOGRAFÍA COMPLEMENTARIA</b>	<b>6-1</b>
6.1	Generalidades	6-1
6.2	Levantamientos y perfiles transversales	6-1
6.2.1	Área prioritaria Cruce Camino a Melipilla	6-1
6.2.2	Sector Complementario	6-1
<b>7</b>	<b>MECÁNICA DE SUELOS</b>	<b>7-1</b>
7.1	Calicatas	7-1
7.2	Ensayos realizados	7-2
7.3	Informe Mecánica de Suelos	7-2
<b>8</b>	<b>PREINFORME JURÍDICO</b>	<b>8-1</b>
8.1	Fase Constructiva I	8-1
8.2	Fase Constructiva II	8-2
8.3	Fase constructiva III	8-2
<b>9</b>	<b>MODELACIÓN SWMM</b>	<b>9-1</b>
9.1	Descripción general	9-1
9.2	Modificaciones a la modelación SWMM	9-1
9.3	Canal Santa Marta con proyecto Fase Constructiva I	9-2
9.4	Canal Santa Marta con proyectos Fases Constructivas I, II y III	9-3
9.5	Escurrimiento en calles	9-5
9.6	Factibilidad de descarga de colectores	9-6
<b>10</b>	<b>FASE CONSTRUCTIVA I Y FASES I.1, I.2 E I.3</b>	<b>10-1</b>
10.1	Generalidades	10-1
10.2	Descripción De Las Obras	10-3
10.2.1	Fase I.1.	10-3
10.2.2	fase I.2	10-6
10.2.3	fase i.3	10-10

10.3	Presupuesto	10-12
10.3.1	Presupuesto Fase I.1	10-12
10.3.2	Presupuesto Fase I.2	10-12
10.3.3	Presupuesto Fase I.3	10-12
10.4	Programa de construcción y carta gantt	10-14
11	FASE CONSTRUCTIVA II	11-1
11.1	Generalidades	11-1
11.2	Caudal de diseño	11-1
11.3	Descripción de las obras	11-2
11.3.1	Cajón de hormigón armado	11-2
11.3.2	Cámara de limpieza	11-2
11.3.3	Chimeneas de inspección	11-3
11.3.4	Inicio del tramo. Obra de toma, conducción y entrega a canal Lo Bosquino	11-4
11.3.5	Cruce de Autopista del Sol, alargue alcantarilla existente.	11-6
11.3.6	Obra de salida alcantarilla Autopista del Sol	11-7
11.3.7	Enrocado de protección.	11-10
11.3.8	Sumideros	11-10
11.4	Interferencias y Modificaciones De Servicios	11-11
11.5	Presupuesto	11-12
11.6	Programa De Construcción	11-12
12	FASE CONSTRUCTIVA III - diseño definitivo	12-1
12.1	Generalidades	12-1
12.2	Descripción De Las Obras	12-2
12.2.1	Cajón de hormigón armado in situ.	12-2
12.2.2	Cámara de limpieza.	12-2
12.2.3	Chimeneas de inspección.	12-4
12.2.4	Inicio del tramo.	12-5
12.2.5	Fin del tramo.	12-6
12.2.6	Sumideros	12-6
12.3	Interferencias y Modificaciones de Servicios	12-7
12.4	Presupuesto	12-7
12.5	Programa De Construcción	12-8
13	ACTUALIZACIÓN EVALUACIÓN ECONÓMICA	13-1
13.1	Generalidades	13-1
13.2	Beneficios Del Canal Santa Marta	13-1
13.3	Egresos Del Canal Santa Marta	13-2
13.4	Evaluación Económica	13-3
13.5	Análisis de sensibilidad	13-4
14	SISTEMA DE INFOMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG)	14-1
15	ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL	15-1
16	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	16-1

## PREFACIO

El drenaje superficial de las comunas de San Bernardo, La Pintana, El Bosque y Maipú, se encuentra analizado en el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago (PM-01), de diciembre del 2001 y aprobado por Decreto Supremo N°1.900, del 20 de octubre del año 2002. Según este estudio técnico la escorrentía superficial de estas comunas, por aspectos topográficos y geomorfológico tiene, en forma natural, dirección poniente. Por ello y considerando la existencia de los canales Lo Espejo y Santa Marta, que drenan en dicha dirección, se definió a dichos canales como parte del eje evacuador de aguas lluvias de las comunas indicadas.

El Canal Lo Espejo pertenece a la Asociación de Canales del Maipo (ACM) y el Canal Santa Marta pertenece a la Ilustre Municipalidad de Maipú (IMM). El primero fue creado para cumplir una función de riego mientras que el segundo cumple una función de drenaje, recolector de derrames y de “cinturón protector de aguas lluvias”.

Considerando lo anterior, la Dirección de Obras Hidráulicas desarrolló en el año 2003, el “Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo de la Red Primaria de Aguas Lluvias del Sistema Gran Avenida-Ochagavía-Espejo-Santa Marta”. Dicho estudio tenía como principal objetivo dar solución a los problemas de inundaciones producidas en sectores como Gran Avenida (entre los paraderos 35 y 39), la Calle Los Morros, el Camino a Melipilla, etc.

El área de estudio de dicha consultoría consideró todas las áreas tributarias que descargan en forma natural o a través de colectores proyectados o existentes a los canales de riego Ochagavía, Lo Espejo y Santa Marta. Dicha área correspondía a parte de las comunas de La Pintana, El Bosque, San Bernardo y Maipú, con una superficie total aproximada de 99,4 Km<sup>2</sup>.

En la etapa correspondiente al estudio de factibilidad, se realizó la elección como vía evacuadora principal a los canales Lo Espejo y Santa Marta, utilizándolos como un sistema de evacuación de aguas lluvias. De esta forma, se desarrolló un proyecto a nivel de ingeniería de detalle para la solución adoptada.

Dificultades en los acuerdos con la Asociación de Canales del Maipo (ACM) para el uso compartido del Canal Lo Espejo, obligó a la DOH al reestudio de la planificación del drenaje de las aguas lluvias en la zona, mediante la consultoría ALL-DP 52 “Estudio de Factibilidad Construcción Sistema de Drenaje Urbano Zona Sur Poniente de Santiago, Región Metropolitana”, estudio que efectuó un completo diagnóstico del drenaje de la zona, considerando que el Plan Maestro tenía, a la fecha, una data de más de 10 años de antigüedad, que la planificación del uso del suelo en las comunas involucradas ha cambiado, que existe hoy en día infraestructura de drenaje construida por Serviu Metropolitano (Conexión Colector Sur) que no consideró el Plan Maestro y que se requería analizar alternativas de evacuación al Canal Lo Espejo, en caso que las conversaciones con los canalistas no prosperaran, manejando para esto fines tres escenarios posibles:

### Escenario N°1:

La DOH acuerda con la ACM y con la IMM respectivos convenios por medio de los cuales se autoriza el uso de los canales Lo Espejo y Santa Marta (eje principal de drenaje) para la conducción de las aguas lluvias planificadas para la zona con un horizonte de 30 años.

### Escenario N°2:

La DOH acuerda con la ACM un convenio restringido por medio del cual se autoriza el uso del Canal Lo Espejo para la conducción de las aguas lluvias, pero sólo de los colectores que hoy descargan en su cauce y se logra un acuerdo con la IMM para el uso del Canal Santa Marta.

### Escenario N°3:

La DOH no logra acuerdo con la ACM y se logra un acuerdo con la IMM para el uso del Canal Santa Marta.

Como parte de los estudios bajo los escenarios indicados se analizaron como alternativas la devolución de parte de la escorrentía generada en las comunas de San Bernardo y El Bosque al río Maipo mediante colectores interceptores, y la posibilidad de entubar el Canal Santa Marta dada su carácter de canal urbano y las condicionantes que puso la I.M. de Maipú para autorizar el proyecto.

El resultado final de la consultoría ALL DP-52 fue la recomendación de adoptar el Escenario 3 como estrategia de desarrollo futuro. Esta recomendación se basa en que dicho escenario presenta una menor inversión y los mayores beneficios. También presenta otras importantes ventajas como, por ejemplo, al independizarse de los canalistas da cumplimiento a la sentencia judicial que prohíbe el uso del Canal Lo Espejo para conducir aguas lluvias. Genera una mejor división de las escorrentías, lo que permite implementar soluciones distribuidas en la zona las que se puede planificar por etapas. Presenta menores interferencias con otros servicios y los beneficios se comienzan a producir en forma más temprana. Finalmente, genera un menor impacto urbano en términos de conflictos con la población, una menor complejidad y costos de operación y mantenimiento y menores riesgos de vandalismo por acción de terceros.

# **1 INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Antecedentes Generales**

El presente informe corresponde al resumen ejecutivo del proyecto de ingeniería “Diseño Definitivo Canal de Evacuación de Aguas Lluvias Santa Marta, Comuna de Maipú, Región Metropolitana”, en adelante “el Estudio” o “el Proyecto”, que esta empresa consultora se encuentra desarrollando para la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), a través de su Departamento de Proyectos de Aguas Lluvias (DPALL).

El objetivo principal de esta Consultoría es desarrollar el diseño a nivel de ingeniería de detalle, de las obras asociadas al Canal Santa Marta propuestas por Arrau Ingeniería SpA, el año 2018, como resultado del estudio “ALL DP-52 Estudio de Factibilidad Construcción Sistema de Drenaje Urbano Zona Sur Poniente de Santiago, Región Metropolitana” y entregar todos los antecedentes necesarios para la licitación de la construcción de las obras, su ejecución, mantención y operación.

El Canal Santa Marta es un canal evacuador de aguas lluvias que se ubica en la comuna de Maipú y drena un extenso sector de la zona sur poniente de Santiago. Este canal, en la zona de proyecto, se inicia como continuación del canal de riego Lo Espejo, canal que para lluvias importantes conduce aguas lluvias, y descarga en el río Mapocho luego de cruzar el camino a Melipilla, la línea férrea de ferrocarril Santiago-San Antonio y la Ruta 78 (Autopista del Sol), entre las infraestructuras urbanas más importantes del sector.

También es sabido y así se detectó en el ALL DP-52, en el punto de cruce del Canal Santa Marta con el Camino a Melipilla, se produce una importante singularidad que limita fuertemente la capacidad de conducción del canal por lo que frecuentemente, con lluvias de mediana intensidad, el canal se desborda en dicho punto, generando inundaciones en su entorno, como se muestra en la siguiente figura.

Por dicha razón, un objetivo secundario, pero no menor e importante, fue entregar en forma acelerada la solución para este cruce donde, como se ha dicho, el canal Santa Marta se interfiere con el camino a Melipilla, la línea férrea y donde además funciona un canal de riego entre la línea férrea y el camino a Melipilla. Lo anterior exigió encontrar una solución de emergencia que armonice dicho cruce y permita mejorar la seguridad del entorno frente a lluvias intensas. Refuerza esta necesidad urgente el hecho que actualmente la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), se encuentra en plena ejecución del “tren de cercanía” a Melipilla, que exige una doble vía para su operación y por lo tanto una solución de cruce definitiva para el Canal Santa Marta.



**FIGURA 1-1: CRUCE CAMINO A MELIPILLA CON CANAL SANTA MARTA**

Fuente: Elaboración propia.

## **1.2 Definición de Fases Constructivas**

Para priorizar el desarrollo de la solución de entubamiento del canal Santa Marta, se ha sectorizado el canal en tres tramos identificados como Fases Constructivas I, II y III como se muestra en la Figura 1-1 y cuyas características se describen a continuación.

### **1.2.1 Fase Constructiva I**

De 1.853 m de longitud, esta fase constructiva se inicia en el Dm -43 a 79 m aguas arriba del cruce con Camino a Melipilla y finaliza aproximadamente a 21 m aguas abajo de la calle Francisco Pizarro en el Dm 1810 con enrocado consolidado para empalme con rasante actual de canal Santa Marta. El entubamiento consiste en un cajón de hormigón armado de 3.0 m de base y 2.2 m de altura, medidas interiores, con pendiente de fondo única de 0.66%. El caudal de diseño es de 30 m<sup>3</sup>/s.

Los hitos que definen la rasante de este tramo son, al inicio, pasar bajo un colector de aguas servidas lo que obliga a definir una rasante que se inicia 4 m más baja que la rasante actual del canal por lo que este tramo se inicia con obra disipadora de longitud 30 m consistente en 5 gradas consecutivas de bajada. Las siguientes restricciones son las obras contempladas en el proyecto MELITREN (paso bajo nivel por Tres Poniente y nuevo puente de EFE por sobre canal Santa Marta) que limitan el trazado en planta entre el Dm 16 y Dm 130 y, finalmente, el empalme con la rasante actual del canal en el Dm 1800.

Esta Fase tiene prioridad para su materialización de manera de coordinar su ejecución con las obras de MELITREN, por lo anterior, es que esta Fase en su diseño considera su construcción independiente que las Fases Constructivas II y III se encuentren construidas (obra de disipación al inicio y fin de rasante proyectada empalma con rasante actual del canal).

Esta fase, posterior a su finalización, se reestructuró completamente debido a que no fue posible coordinar la fecha de construcción de este proyecto con las obras de MELITREN en el sector (ampliación de 1 a 3 vías férreas y paso inferior Tres Poniente) de manera que no fue posible establecer los desvíos de tránsito para el cruce de Camino a Melipilla.

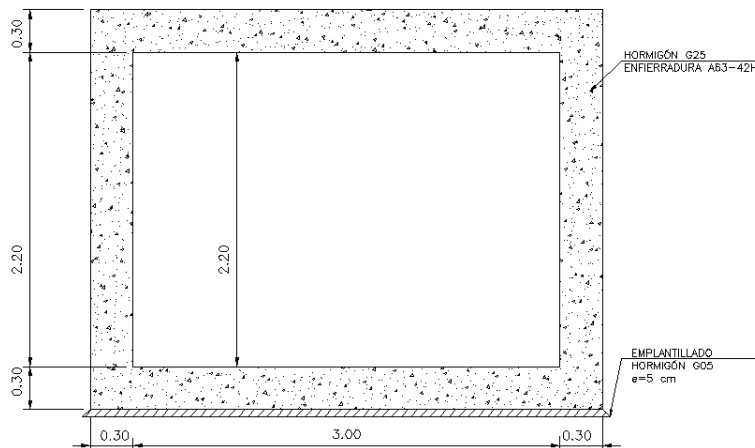
El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 10 de este informe.

### 1.2.2 Fase Constructiva II

De 1880 m de longitud, esta Fase Constructiva se inicia en el Dm 1800 de la Fase Constructiva I, con la obra de toma del canal Lo Bosquino Dm 000 (Fase Constructiva III) y finaliza en la descarga en el río Mapocho, las obras de revestimiento llegan hasta el Dm 1700 (Fase Constructiva II)

Es importante destacar que el empalme de ambas Fases Constructivas se produce aguas arriba del enrocado de protección de salida de la Fase Constructiva I por lo cual este enrocado consolidado de 10 m de longitud deberá ser removido.

El entubamiento consiste en un cajón de hormigón armado de 3.0 m de base y 2.2 m de altura, medidas interiores como se muestra en la Figura 1-2. Los primeros 765 m se proyectan con pendiente 1.41% y con pendiente 0.70% m los próximos 492 m hasta el Dm 1257. En dicho punto comienza la obra de cruce bajo la Autopista del Sol y sus calles laterales. Esta obra se prolonga hasta el Dm 1402 y consiste en extender el cajón doble de 3.0x3.0 m existente. Desde el Dm 1402 hasta el Dm 1459 se proyecta una obra disipadora para salvar el desnivel de 5 m que existe entre la salida de la alcantarilla cruce de la Autopista y el cauce existente del canal. El caudal de diseño es de 30 m<sup>3</sup>/s.



**FIGURA 1-2: FASE CONSTRUCTIVA II, SECCIÓN CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO.**

Fuente: Elaboración propia.

Los hitos que definen la rasante de este tramo son el empalme con el fin de la Fase Constructiva I, empalme con alcantarilla existente en Autopista del Sol y obra de disipación para salvar desnivel de 5 m de altura aguas abajo de Autopista del Sol.

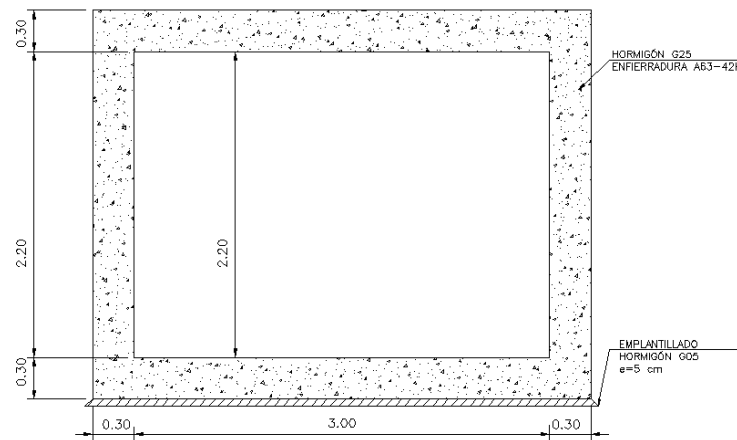
El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 11 de este informe.

### 1.2.3 Fase Constructiva III

De 1863 m de longitud, se inicia bajo la estructura de cruce del canal Lo Espejo y finaliza en el Dm -27 de la Fase Constructiva I (Dm 1863 Fase Constructiva III).

Es importante destacar que el empalme de ambas fases se produce al término de la obra de dissipación de energía de inicio de la Fase Constructiva I (Dm -27), estructura de 30 m de longitud que deberá ser demolida.

El entubamiento consiste en un cajón de hormigón armado de 3.0 m de base y 2.2 m de altura, medidas interiores. Los primeros 1210 m se desarrollan con pendiente 0.79% y los restantes 653 m con pendiente 0.66%. El caudal de diseño es de 30 m<sup>3</sup>/s.



**FIGURA 1-3: FASE CONSTRUCTIVA III, SECCIÓN CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO.**

Fuente: Elaboración propia.

Los hitos que definen la rasante de este tramo corresponden a la descarga del canal Lo Espejo en el canal Santa Marta, los cruces bajo la infraestructura de ENAP y SONACOL y el empalme con la rasante de la Fase Constructiva I.

El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 12 de este informe.



**FIGURA 1-4: CANAL SANTA MARTA, FASES CONSTRUCTIVAS**

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.2.4 Fases I.1, I.2, I.3

Inicialmente la Fase Constructiva I se proyectó en su totalidad en cajón de hormigón armado y construido a zanja abierta. Lo anterior era viable considerando que EFE construyera parte del cajón de hormigón durante la ejecución de las obras de MELITREN, específicamente el tramo del cruce de Camino a Melipilla hasta el cruce con la línea férrea.

Mientras se desarrollaba la presente Consultoría se mantenían negociaciones entre la DOH y EFE con el fin de que el tramo señalado del entubamiento del canal Santa Marta fuera incorporado como parte de las obras de EFE, aportando la DOH los recursos para su construcción. Si bien las negociaciones iban bien encaminadas, EFE informó la postergación de la construcción de las obras de MELITREN en el sector por lo cual se hizo inviable la solución de cajón en zanja abierta, por este motivo, fue necesario modificar la solución de entubamiento optando por la alternativa en tunnel liner, solución que permite la construcción sin necesidad de cortar Camino a Melipilla y la línea férrea.

En función de la disponibilidad de recursos de la DOH y considerando la urgencia de resolver los desbordes del canal Santa Marta en el cruce de Camino a Melipilla, surgió la necesidad de dividir la Fase Constructiva I en tres Fases como se detalla a continuación y como se muestra en la Figura 1-3.

##### **a. Fase I.1**

Esta solución se identifica como solución de emergencia y se extiende desde aguas arriba del cruce de Camino a Melipilla hasta aguas abajo del cruce con calle del Ferrocarril. Esta solución se materializa en toda su longitud en tunnel liner. Se inicia en el Pique N°1 (Km 64.8) hasta el Pique N°3 (Km 530.67).

Se considera como obra de emergencia porque en esta Fase el entubamiento del canal Santa Marta operará como sifón. Su función será captar los excedentes de las crecidas que bajen por el canal Santa Marta, evitando los desbordes en Camino a Melipilla, para lo cual se proyecta un vertedero lateral que entregará los excedentes al Pique N°1 los que serán conducidos a través del tunnel liner hasta el Pique N°3 retornando dichos excedentes al canal Santa Marta a través de un canal de devolución que nace en el Pique N°3.

El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 10 de este informe.

##### **b. Fase I.2**

Esta solución se extiende desde aguas abajo del cruce con calle del Ferrocarril hasta el término de la Fase Constructiva I original, aproximadamente 350 m aguas abajo del cruce con calle Gabriel González Videla.

Esta Fase, que se materializa posterior a la Fase I.2, consiste en el entubamiento del canal Santa Marta mediante un cajón de hormigón armado construido a zanja abierta, respetando el diseño de la Fase Constructiva I original.

El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 10 de este informe.

**c. Fase I.3**

Esta solución se puede implementar una vez construidas la Fase I.1 y Fase I.2 y tiene por objetivo unir la Fase I.1 aguas arriba con el cauce del canal Santa Marta y aguas abajo con el entubamiento de la Fase I.2 logrando de esta manera materializar completamente la Fase Constructiva I operando gravitacionalmente.

El detalle de esta Fase Constructiva se entrega en el capítulo 10 de este informe.

FIGURA 1-5: CANAL SANTA MARTA, SEPARACIÓN DE LA FASE CONSTRUCTIVAS I  
Fuente: Elaboración propia.



### 1.3 Objetivos y alcances de la Consultoría

El objetivo principal de esta Consultoría fue desarrollar el diseño a nivel de ingeniería de detalle, de las obras asociadas al Canal Santa Marta propuestas por Arrau Ingeniería SpA, el año 2018, como resultado del estudio "ALL DP-52 Estudio de Factibilidad Construcción Sistema de Drenaje Urbano Zona Sur Poniente de Santiago, Región Metropolitana. Es posible definir lo siguientes objetivos específicos:

- Diseñar, en detalle las obras del canal Santa Marta. Para ello se desarrolló, en forma previa, un anteproyecto de dicho canal y en forma acelerada un diseño para el cruce con el camino a Melipilla.
- Entregar en forma acelerada la solución a nivel de anteproyecto para el cruce del canal Santa Marta con el camino a Melipilla y la línea férrea.
- Desarrollar a nivel de ingeniería de detalle las obras de solución definitiva para el cruce del camino a Melipilla.
- Fundamentar la solución propuesta mediante modelaciones, memorias hidráulicas, detalles de la cubicación y de presupuesto además de planos de planta y de perfiles longitudinales y transversales.
- Verificar la factibilidad de descarga gravitacional de todos los puntos del área de estudio que descargan al canal Santa Marta.
- Las modelaciones de diseño se deben realizar para el período de retorno de diseño indicado en el estudio de factibilidad (T=10años); para la duración más desfavorable de dicho evento y para la situación de área aportante limitada por los colectores propuestos en el estudio de factibilidad.
- A modo de verificación, se considerará una modelación para el período de retorno de 2 años, con la duración más desfavorable para ese evento, para la situación de área aportante actual (no limitada por los colectores propuestos en el estudio de factibilidad) y considerando el uso actual del suelo.
- Desarrollar Estudios Básicos Complementarios, catastros, (colectores, cámaras, sumideros, etc.). Especial atención será necesario dar al colector Zona Sur.
- Catastrar 19 fundaciones de puentes, las fundaciones de torres eléctricas que interfieran, 27 atraviesos y 16 descargas. En general revisar las 71 obras de artes identificadas en el estudio ALL DP-52.
- Visitar el terreno en días de lluvia para definir con mayor precisión el patrón de drenaje.
- Desarrollar los trabajos de topografía y catastros complementarios a los levantamientos del ALL DP-52.
- Efectuar calicatas para mecánica de suelos, ensayos de mecánica de suelos y un estudio de mecánica de suelos.
- Efectuar estudios jurídicos de propiedades afectadas por el proyecto y definir los planos de expropiaciones.
- Desarrollar los proyectos de modificaciones de servicio y de rotura y reposición de pavimentos necesarios.

- Aprobar los proyectos de modificación de servicios en los organismos competentes.
- Actividades de evaluación ambiental.
- Actividades de Participación Ciudadana.
- Definir, en caso necesario Etapas constructiva y Programas de Construcción.
- Efectuar un proyecto de paisajismo sobre la faja del proyecto abovedado.
- Redactar las Especificaciones Técnicas Especiales de Construcción.
- Desarrollar una evaluación económica del proyecto en base a la metodología de Ministerio de Desarrollo Social.
- Definir nuevos planos de riesgo de inundación considerando que el canal Santa Marta se encuentra con las obras proyectadas funcionando.
- Actualizar el Sistema de Información geográfico de Santiago SIALL SANTIAGO.
- Redactar un Informe Final.

#### **1.4 Etapas de la Consultoría**

Definida la solución para la zona Sur Poniente de Santiago (Escenario N°3) y habiendo considerado las disfuncionalidades que produce recurrentemente el desborde del canal Santa Marta, al cruzar el camino a Melipilla, la DOH decidió pasar este proyecto a ingeniería de detalle.

Para lograr los objetivos mencionados anteriormente, la DOH dividió la consultoría en las siguientes etapas:

Etapa 1: Anteproyecto Solución Cruce camino a Melipilla.

Etapa 2: Ingeniería de Detalles para el Cruce camino a Melipilla.

Etapa 3: Estudios Básicos Complementarios (Catastros-Topografía-Calicatas) y Anteproyecto.

Etapa 4: Ingeniería de Detalle para el Canal Santa Marta.

Etapa 5: Antecedentes Construcción, Presupuestos, Evaluación Económica y Actualización de SIALL.

Etapa 6: Aprobación de Modificación de Servicios y Pavimentos, Borrador de Informe Final.

La incorporación de las Fases I.1, I.2 e I.3, generó una ampliación de contrato por lo cual se sumaron las siguientes Etapas:

Etapa 7: Ingeniería de detalle Fase I.1.

Etapa 7B: Ingeniería de detalle Fase I.2, I.3 e incorporación de la Fase I.1.

Fase 8: Borrador Informe Final con Etapas I, II, III, I.1, I.2 e I.3.

## **2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES**

### **2.1 Estudios Anteriores**

Para la realización del presente proyecto se tuvo a la vista los resultados de los siguientes estudios y proyectos:

- PM-01 Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago DOH-CADE-Idepe, 2001.
- FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA REDE PRIMARIA DEL SISTEMA GRAN AVENIDA-OCHAGAVÍA-LO ESPEJO-SANTA MARTA, IFARLE CONSULTORES LTDA., JUNIO 2003
- COLECTOR SERVIU-ZONA SUR, NIVELACIÓN GEOMÉTRICA. INFORME TOPOGRÁFICO DOH UNIDAD DE GEOMENSURA. SEPTIEMBRE 2013
- ALL DP-52 FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE DRENAJE URBANO ZONA SUR PONIENTE DE SANTIAGO, REGIÓN METROPOLITANA. DOH-ARRAU INGENIERÍA SPA, ENERO 2018.

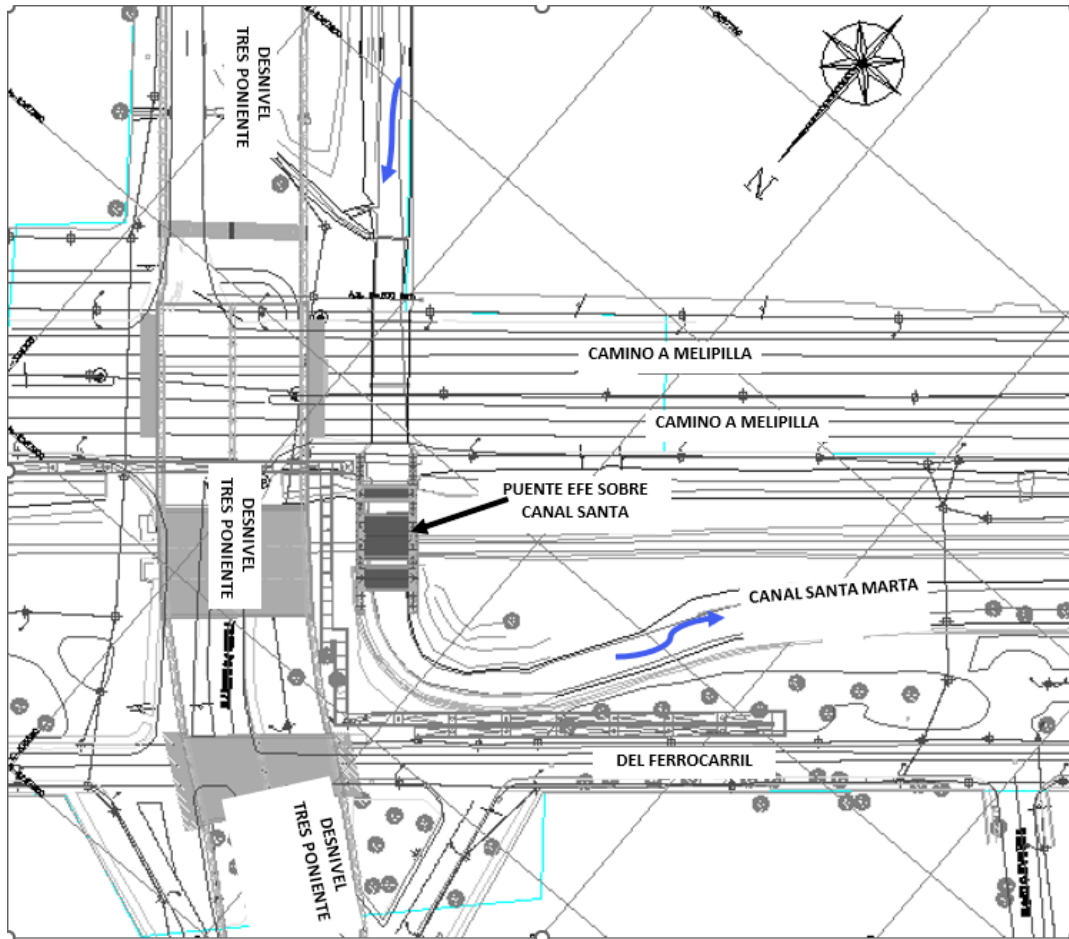
En general estos proyectos contienen bastante información de la infraestructura de aguas lluvias existente lo que permitió en esta Consultoría, apoyado en catastros desarrollados en la presente Consultoría, reconstruir el sistema de aguas lluvias existente.

Especial interés tiene el estudio de ARRAU 2018, el que sirvió de base a la presente Consultoría. En este estudio se definió la solución de mejoramiento del canal Santa Marta a desarrollar. Por otra parte, la topografía, modelación SWMM y evaluación económica fueron empleadas y complementadas en la presente Consultoría.

### **2.2 Otros Antecedentes**

- MELITREN O TREN A MELIPILLA

Como parte del proyecto del tren a Melipilla, se contempla ampliación a tres líneas férreas, por tal motivo, Efe tiene contemplado la construcción de un paso bajo nivel de la calle Tres Poniente y la construcción de un puente sobre el canal Santa Marta que contenga las tres líneas férreas. Se cuenta con los planos de las estructuras proyectadas en el sector de la intersección de la calle Tres Poniente con la línea férrea y camino a Melipilla lo que permitirá efectuar un diseño de mejoramiento del canal Santa Marta compatible con las obras proyectadas por EFE. En la siguiente figura se muestra en planta el emplazamiento del futuro puente de cruce del canal Santa Marta y paso bajo desnivel Tres Poniente.



**FIGURA 2-1: UBICACIÓN PROYECTO EFE PASO DESNIVEL TRES PONIENTE Y PUENTE SOBRE CANAL SANTA MARTA.**

Fuente: Planos proyecto EFE.

- CONSERVACIÓN Y MANTENCIÓN CANAL SANTA MARTA, CONSTRUCTORA TECNOFERRA 2019

La DOH proporcionó los planos As Built, desarrollados por constructora Tecnoterra, durante las labores de mantenimiento del canal Santa Marta. Dentro de los planos proporcionados, destaca el plano “Cruce de Calles” donde se muestra transversales de las secciones de obras que cruzan el canal Santa Marta indicando la cota de fundación de estas obras.

- PLANO PUENTE SANTA MARTA, CAMINO SANTIAGO MELIPILLA DIRECCIÓN DE VIALIDAD

El Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad del MOP proporcionó el plano Puente San Martín, del año 1979, que corresponde al plano estructural del puente del cruce del Camino a Melipilla sobre el canal Santa Marta.

### 3 VISITAS A TERRENO EN DÍAS DE LLUVIA

Se contempló visitas a terreno durante la ocurrencia de precipitaciones, con el fin de identificar en terreno los problemas de anegamiento y poder determinar o corroborar las direcciones de escurrimiento de las aguas superficiales.

En el contexto de la escasez de precipitaciones que se observó en la Región Metropolitana entre los años 2021 y 2022, se estableció que las visitas se efectuarían independiente de la magnitud pronosticada de la tormenta. En total se realizaron 5 visitas a terreno, entre mayo de 2021 y abril del 2022.

Para obtener los registros de precipitaciones se consultó las estaciones Rinconada (INIA), San Pablo DASA (DMC) y Fundo Marruecos (DGA), siendo estas estaciones pluviográficas las más cercanas a la comuna de Maipú. Con base a la información recopilada en estas estaciones se puede señalar que las vistas a terreno se realizaron para tormentas de duración entre 12 a 37 horas con precipitaciones totales entre 4 a 23 mm e intensidades máximas entre 2 y 7 mm/hr.

Las visitas a terreno permitieron identificar las vías de escurrimiento principales las que se incorporaron en la modelación y, además, se pudo detectar como puntos críticos los siguientes lugares:

- Intersección Camino a Melipilla con Tres Poniente. Por depresiones en los pavimentos se produce acumulación de aguas en el sector Sur de la intersección y bandejón central en el sector poniente a pesar que existe una batería de sumideros, debido a las depresiones del pavimento el agua no ingresa a los sumideros y se acumula.
- Intersección Glorias Navales con Suecia. Acumulación importante de aguas. Si viene existen 2 sumideros, estos no se ubican en el punto bajo y se encuentran totalmente embancados.
- Intersección René Olivares con Andrés Bello esquina Sur. Existe sumidero, sin embargo, no está ubicado en el punto bajo.
- Intersección de Av. Cuatro Poniente con Alfredo Silva Carvallo Sur, lugar donde existe un sumidero de 4 m de longitud en la esquina Sur- poniente, que no tienen capacidad para drenar el agua. En este punto, el apozamiento se extiende 50 m aproximadamente al oriente por Alfredo Silva Carvallo y en Av. Cuatro Poniente esto se prolonga desde Gabriel González Videla, cubriendo ambas pistas de la calzada Norte y la vereda sur-poniente.

#### **4 CATASTRO COMPLEMENTARIO DE AGUAS LLUVIAS**

Durante la presente Consultoría se realizó el catastro de toda la infraestructura de aguas lluvias que no hubiese sido catastrada en consultorías anteriores, y cuyas descargas se realicen en el Canal Santa Marta, con el objetivo de caracterizar la infraestructura existente. Adicionalmente, se realizó el catastro de algunas cámaras y sumideros que permiten la verificación de parte de los catastros anteriores.

El catastro contempló un total de 277 cámaras de aguas lluvia, y 422 Sumideros, en donde se catastró los sistemas colectores Zona Sur, Gran Avenida, Silva Carvallo; otros sistemas ubicados en Villa Pehuén, Villa Bosque Alto, Barrio Los Cipreses; y sistemas ubicados en calles aledañas al Canal Santa Marta, como Suecia, Del Ferrocarril, Camino a Melipilla, Av. 3 Poniente y Las Industrias.

La información fue sistematizada en las fichas de catastro, planillas de conectividad, y planos de catastro.

## 5 CATASTRO SERVICIOS EN FAJA TOPOGRÁFICA Y POZOS EXPLORATORIOS

Para la identificación de las interferencias se realizó el catastro de todos los servicios existentes en la faja del canal Santa Marta, información complementada con visitas a terrenos e información proporcionada por los servicios la cual se descargó a planos de planta y longitudinal del proyecto. El resumen de los catastros realizados es el siguiente:

- Descargas al canal Santa Marta: 5 descargas en el tramo de la Fase Constructiva I, 10 en el tramo de la Fase Constructiva II y 7 para la Fase Constructiva III.
- Accesos vehiculares y peatonales. En las Fases Constructivas I y II no existen accesos vehiculares y peatonales afectados, sin embargo, el tramo de la Fase Constructiva III se ubica en una zona industrial y existen predios particulares, cuyas entradas pasan sobre el Canal Santa Marta. Se catastraron 7 accesos vehiculares.
- Cruces aéreos. Se identificaron 14 cruces aéreos sobre el canal Santa Marta, 7 en la Fase Constructiva I, 1 en la Fase Constructiva II y 6 en la fase Constructiva III.
- Nitroducto. Por información proporcionada Air Liquid se estableció la posición en el Dm 0+142 de Nitroducto (Fase Constructiva III).
- Oleoducto ENAP. Con pozo exploratorio y con el apoyo de personal de ENAP se determinó la posición del oleoducto en el Dm 0+678 de la Fase Constructiva III.
- Oleoducto SONACOL. Con pozo exploratorio y con el apoyo de personal de SONACOL se determinó la posición del oleoducto en el Dm 1+225 de la Fase Constructiva III.
- Metrogas. Con planchetas entregadas por Metrogas y visitas a terreno con personal de dicha empresa se ubicaron en planta y alzado las redes de gas. SE identificaron dos redes afectadas por la Fase Constructiva I.
- Aguas Andinas. Se realizó el catastro de las cámaras del interceptor Maipú y emisario Farfana-Trebal lo que se complementó con planos As-Built proporcionados por Aguas Andinas. Ambos colectores se ubican al término de la Fase Constructiva III.
- Árboles afectados por construcción. Se realizó un conteo en terreno de los árboles que se verán afectados por la construcción del entubamiento del canal Santa Marta, identificando 31 árboles afectados.
- Autopista del Sol. El departamento de Concesiones del MOP entregó la información de la alcantarilla existente lo que se complemento con levantamiento del sector.
- Canalistas del Maipo. Propietarios de las obras asociadas a I descargas del Canal Lo Espejo y canal Lo Bosquino. No contaban con información de las obras, las que fueron levantadas en en la presente Consultoría.
- Servicios de Agua Potable y Aguas Servidas. Se realizó catastro de las cámaras de agua potable y aguas servidas ubicadas en la faja información que fue complementada con planchetas proporcionadas por SMAPA.
- EFE, Para identificar las obras que conforman el proyecto de MELITREN, EFE proporcionó los planos de proyecto.

## **6 TOPOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

### **6.1 Generalidades**

Durante el desarrollo de la consultoría se desarrollaron las siguientes actividades de topografía:

- Reconocimiento por terreno del desarrollo del canal Salta Marta desde la descarga al mismo del Canal Lo Espejo hasta desembocar en el río Mapocho. En dicho recorrido se verificó el estado de los PRs del estudio anterior, accesos, y situación general.
- Una vez confirmado por la IF el alcance del área prioritaria y los levantamientos a realizar se procedió a:
  - Reposición de dos PRs en remplazo de dos PRs del estudio anterior destruidos, necesarios para los estudios requeridos.
  - Levantamiento escala 1:500 de las áreas aprobadas para ello por el IF.
  - Levantamiento de 22 Perfiles en los sitios aprobados por el IF.
  - Catastro de obras existentes que interfieren o afectan el proyecto en desarrollo del Canal Santa Marta.

A continuación, se describen los levantamientos realizados, diferenciando entre el área prioritaria de Cruce Camino a Melipilla y resto del área de estudio.

### **6.2 Levantamientos y perfiles transversales**

#### **6.2.1 Área prioritaria Cruce Camino a Melipilla**

Conforme al recorrido realizado por el equipo de topografía se identificaron los puntos donde se producen los cambios de secciones del canal. Con base a esta información y a los requerimientos del proyecto se concordó con la IF la ejecución de 22 perfiles transversales y 5 levantamientos escala 1:500.

#### **6.2.2 Sector Complementario**

Este sector corresponde al ubicado fuera del área prioritaria, es decir desde la descarga del Canal Lo Espejo en Canal Santa Marta hasta 50 m aguas arriba del cruce del Camino a Melipilla y desde 40 m aguas abajo el cruce de la calle J. M. Balmaceda hasta la descarga en el río Mapocho

Se concordó con la IF la ejecución de 29 perfiles transversales aguas arriba del cruce con Camino a Melipilla y 31 perfiles transversales aguas abajo el cruce con calle J. M. Balmaceda. En el caso de los levantamientos se realizaron levantamientos en el sector de la descarga del canal Lo Espejo (0.55

há), puente 3 Poniente (0,17 há), puente Gabriel González Videla (0,25 há), sector de bocatoma de canal El Bosquino (1.0 há) y descarga en río Mapocho (3.33 há).

Adicionalmente y con el fin de caracterizar adecuadamente la escorrentía que llega al canal Santa Marta, la IF solicitó realizar levantamientos en las siguientes intersecciones:

Santa Marta – Las Industrias	0.29 há
Lo Espejo – Las Industrias	0,50 há
Lo Espejo – Lonquén	0,69 há
TOTAL	<b>1,48 há</b>

## 7 MECÁNICA DE SUELOS

En este apartado se describen los trabajos desarrollados para conocer el suelo de fundación de las estructuras en el área de estudio. El estudio geotécnico se encuentra fundamentado en la recopilación de antecedentes geotécnicos del sector, los resultados de visitas a terreno con la finalidad de inspeccionar las áreas de proyecto y las obras, además de la descripción estratigráfica de las calicatas y sondajes específicos ejecutados para este estudio (9 calicatas). Los resultados de los trabajos en gabinete, terreno y laboratorio se entregan debidamente interpretados en el presente informe y permitieron el diseño estructural de las obras consideradas.

### 7.1 Calicatas

En acuerdo con la Inspección Fiscal y el especialista en mecánica de suelos se definió la realización de 9 calicatas, cuyas ubicaciones se muestran en la siguiente figura.



**FIGURA 7-1: VISTA GENERAL DE LA UBICACIÓN DE LAS CALICATAS**

Fuente: Elaboración Propia.

Las calicatas 1, 1B, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se solicitaron de profundidad 6,0 m, en tanto las calicatas 7 y 8 de profundidad 4,0 m.

Respecto a los ensayos realizados en conformidad a los requerimientos del especialista estructural e hidráulico, se consideraron suficientes para todas las calicatas los ensayos generales y en el caso de las calicatas 1, 1B, 5 y 6 CBR para el diseño de pavimentos. Adicionalmente, se realizaron 4 macro granulometrías asociadas a las muestras de las calicatas 5, 6, 7 y 8, todas emplazadas en el tramo Fase Constructiva II, con el fin de poder estimar las socavaciones en el lecho natural del cauce del canal Santa Marta.

## **7.2 Ensayos realizados**

Las calicatas realizadas ratifican que el área de proyecto se ubica en un suelo granular. Considerando que los ensayos específicos se realizan en suelos finos, se descarta la realización de este tipo de ensayos.

Conforme a las necesidades del proyecto se redefinen los ensayos. Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Ensayos generales: 9
- Ensayos específicos: 0
- Proctor modificado: 4
- CBR: 4

## **7.3 Informe Mecánica de Suelos**

Ejecutadas las 9 calicatas y recepcionados los resultados de los ensayos de laboratorio, información complementada con la inspección de terreno y el amplio conocimiento que se tiene del área de proyecto, el especialista en mecánica de suelos elaboró el respectivo informe donde se plantearon recomendaciones de diseño y constructivas.

## **8 PREINFORME JURÍDICO**

El resultado del análisis de los antecedentes de expropiaciones recopilados, tenidos a la vista y revisados los trazados de las Fases Constructivas I, II y III, se expone en los siguientes acápite, respectivamente.

### **8.1 Fase Constructiva I**

Se aprecia que el proyecto no presenta cambios significativos respecto del trazado existente el cual se desarrolla casi exclusivamente en faja que constituye un Bien Nacional de Uso Público de manera que no será necesaria la realización de expropiaciones. En particular se puede señalar lo siguiente:

a) Existe un primer sector aledaño a la Avenida Tres Poniente donde el canal Santa Marta corre por faja al costado de vía pública entre dicha avenida y los predios particulares, los cuales reconocen dicho canal como deslindes para lo cual se han examinado títulos de dominio de predios contiguos, que señala al Norte que deslinda Avenida 3 Poniente, canal de regadío de por medio. Dicho sector es Bien Nacional de Uso Público por cuanto fue traspasado a la Municipalidad de Maipú para la apertura de calles, entre estas la Avenida 3 Poniente.

b) El sector siguiente, al costado de la Avenida del Ferrocarril, debe considerar que parte del canal se encuentra actualmente en la faja vía de la empresa de FFCC, toda vez que tiene 20 metros de ancho en dicho sector, medidos desde el eje de dicha vía a ambos costados, por lo que el proyecto desarrollado viene a solucionar dicho problema ya que lo saca de la faja de ferrocarriles.

c) El siguiente sector en estudio, al costado de Av. Cerro Barón, el canal Santa Marta se desarrolla entre 2 calles públicas, no colindando con propiedades particulares, por lo que los futuros trabajos en caso de cambio de trazado del canal existente no deberían afectar alguna de las propiedades privadas que se encuentran posteriormente a ellas. Los loteadores de dicho sector han entregado los terrenos necesarios y actualmente son Bienes Nacionales de Uso Público.

d) El último sector en estudio corresponde al tramo que va al costado de Av. Silva Carvallo.

En este sector el Canal Santa Marta corre por faja expropiada por la I. Municipalidad de Maipú, que se encuentra dentro de 2 vías públicas, y declarado como área verde por el Plan Regulador de Maipú. Si bien puede ser discutible el carácter de Bien Nacional de Uso Público de este sector, en la práctica tampoco deberá ser objeto de expropiación la franja municipal por tratarse de terrenos que no van a variar su uso actual, manteniendo el escurrimiento de aguas hasta el Río Mapocho para lo que fue expropiado.

## **8.2 Fase Constructiva II**

El sector en donde se ubica la Fase Constructiva II corresponde al tramo que va al costado de Av. Silva Carvallo, cruce de la Autopista del Sol y hasta la descarga en el Rio Mapocho.

En este sector el Canal Santa Marta corre por faja expropiada por la I. Municipalidad de Maipú, que se encuentra dentro de 2 vías públicas, y declarado como área verde por el Plan Regulador de Maipú. Si bien puede ser discutible el carácter de Bien Nacional de Uso Público de este sector, en la práctica tampoco deberá ser objeto de expropiación la franja municipal por tratarse de terrenos que no van a variar su uso actual, manteniendo el escurrimiento de aguas hasta el Rio Mapocho para lo que fue expropiado. Adicionalmente, el Plan Regulador de Maipú explicita que el canal Santa Marta es un canal de riego y que está sujeto a una faja de protección de manera que no se requiere expropiación en toda su extensión.

## **8.3 Fase constructiva III**

Existe un primer sector donde el Canal Santa Marta corre paralelo de y en faja de la Avenida Las Industrias, calle publica que fue proyectada por la Corporación de la Reforma Agraria en el Proyecto de Parcelación El Abrazo de Maipú. Dicha Avenida Las Industrias es un Bien Nacional de Uso Público, por cuanto fue traspasado a la Municipalidad de Maipú para la apertura de calles, conforme a las inscripciones de dominio de fs. 5.236 N°6880 de 1969 y de fs. 12.351 N°16326 del año 1970, ambas del Conservador de Bienes Raíces de Santiago.

Existe un segundo sector aledaño a la Avenida Tres Poniente donde el canal Santa Marta corre por faja al costado de vía pública entre dicha avenida y los predios particulares, los cuales reconocen dicho canal como deslindes para lo cual se han examinado títulos de dominio de predios contiguos, que señala al Norte que deslinda Avenida 3 Poniente, canal de regadío de por medio. Dicho sector es Bien Nacional de Uso Público, por cuanto fue traspasado a la Municipalidad de Maipú para la apertura de calles, entre estas la Avenida 3 Poniente.

En las siguientes Figuras se presentan en forma esquemática las fajas de Bien Nacional de Uso Público (BNUP) y el trazado del proyecto según las Fases Constructivas, según el sentido de escurrimiento de las aguas.

## **9 MODELACIÓN SWMM**

### **9.1 Descripción general**

En el presente estudio se realizó una actualización al modelo de simulación de la red de drenaje superficial de las aguas lluvias del Sistema de Drenaje Urbano Zona Sur Poniente de Santiago, Región Metropolitana, modelación numérica efectuada con el software EPA-SWMM en el estudio ALL-DP-52. En esta actualización, además de implementar el presente proyecto - según las etapas de la consultoría, correspondientes al Canal Santa Marta con Proyecto Fase Constructiva I y Canal Santa Marta con Proyectos Fases Constructivas I, II y III -, se incorporaron a la modelación SWMM los sumideros y colectores que aportan al Canal Santa Marta en toda su extensión, a partir de la información obtenida del catastro de infraestructura de aguas lluvia realizado en este mismo estudio.

### **9.2 Modificaciones a la modelación SWMM**

Como escenario base, la actualización del modelo SWMM se realizó sobre la modelación de diagnóstico de la situación actual con canal Lo Espejo del estudio ALL-DP-52, escenario más desfavorable en cuanto a caudales afluentes al Canal Santa Marta. A continuación, se mencionan las modificaciones realizadas a la modelación SWMM del estudio ALL-DP-52.

- Implementación del catastro de aguas lluvia del presente estudio

En base al catastro del presente estudio se incorporan los sumideros que descargan directamente al canal Santa Marta o aquellos que aportan a colectores que descargan a éste, además de los nuevos colectores identificados en las calles Silva Carvallo Norte y Silva Carvallo Sur.

- Desagregación de áreas aportantes

Se desagregaron algunas áreas aportantes en base al sentido de escurrimiento de la escorrentía identificado en la revisión del levantamiento aerofotogramétrico del estudio de factibilidad y las visitas a terreno efectuadas en el presente estudio, en particular, aquellas que aportan hacia las calles contiguas al Canal Santa Marta. Adicionalmente, se modificaron los nodos de descarga de algunas áreas aportantes.

- Representación de Av. Silva Carvallo

En base al levantamiento topográfico del presente estudio, se modificó la representación de Av. Silva Carvallo, distinguiendo entre las vías al norte y al sur del Canal Santa Marta.

- Colectores de Aguas Lluvia

En el presente catastro se identifican cuatro colectores de aguas lluvia a lo largo de Silva Carvallo Norte y Silva Carvallo Sur. Adicionalmente, en base al catastro complementario se identifican colectores en las calles La Galaxia, Eduardo Frei Montalva, Las Naciones, Avda. Cuatro Poniente (al norte de canal Santa Marta).

- Descargas Canal Lo Espejo y Colector Zona Sur en Canal Santa Marta

En la modelación se corrigen la implementación de las descargas del Canal Lo Espejo y del Colector Zona Sur en el Canal Santa Marta, en base al catastro del presente estudio.

### 9.3 Canal Santa Marta con proyecto Fase Constructiva I

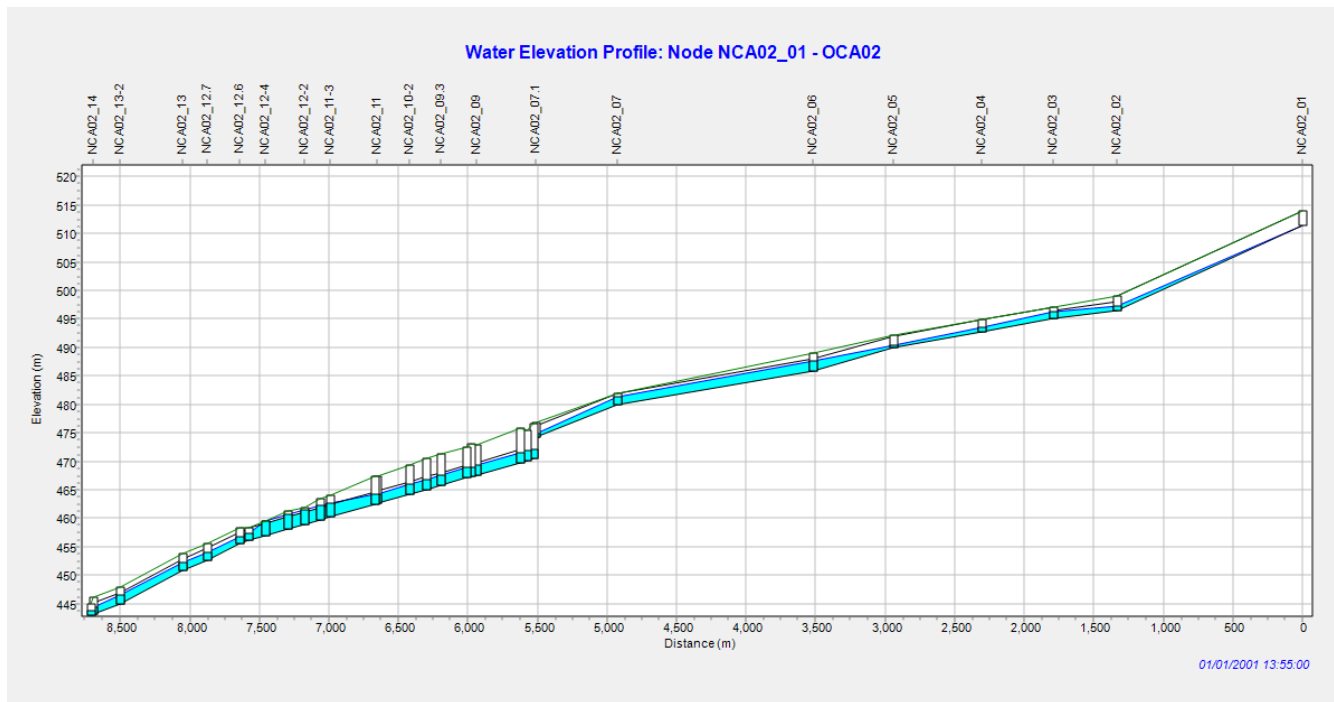
En el siguiente Cuadro y Figura se presentan los resultados de la modelación SWMM para el Canal Santa Marta en el caso Situación Con Proyecto Fase Constructiva I, para el evento T=10 años y D=24 horas, con uso de suelo actual.

**CUADRO 9-1: CAUDALES MÁXIMOS CANAL SANTA MARTA. MODELACIÓN SWMM – SITUACIÓN CON PROYECTO FASE CONSTRUCTIVA I, USO DE SUELO ACTUAL, EVENTO T=10, D=24.**

Link	Calle	Descarga	Nodo Inicio	Nodo Término	L (m)	Dm Inicio	Dm Término	Caudal Máx. (m3/s)
CA02_01	Lo Espejo		NCA02_01	NCA02_02	1337.7	0.0	1337.7	0.00
CA02_02	Lo Espejo/Las Industrias		NCA02_02	NCA02_03	452.6	1337.7	1790.3	2.79
CA02_03	Las Industrias / Chañarillo		NCA02_03	NCA02_04	516.0	1790.3	2306.3	5.07
CA02_04	Las Industrias / Los Yacimientos		NCA02_04	NCA02_05	632.6	2306.3	2938.9	4.69
CA02_05	Las Industrias / Cerro Sombrero		NCA02_05	NCA02_06	584.5	2938.9	3523.4	4.04
CA02_06	Santa Marta	Colector Zona Sur (CO40) Canal Lo Espejo (CA01)	NCA02_06	NCA02_07	1402.8	3523.4	4926.2	23.76
CA02_07	Las Industrias		NCA02_07	NCA02_07.1	583.6	4926.2	5509.8	23.73
CA02_07.1	Cruce Camino Melipilla		NCA02_07.1	NCA02_07.2	20.0	5509.8	5529.8	23.73
CA02_07.2			NCA02_07.2	NCA02_07.3	44.1	5529.8	5573.9	23.73
CA02_07.3			NCA02_07.3	NCA02_08	51.0	5573.9	5624.9	25.26
CA02_08	Del Ferrocarril		NCA02_08	NCA02_09	312.1	5624.9	5937.0	25.26
CA02_09			NCA02_09	NCA02_09.1	46.0	5937.0	5983.0	25.31
CA02_09.1	Glorias Navales		NCA02_09.1	NCA02_09.2	26.7	5983.0	6009.8	25.31
CA02_09.2			NCA02_09.2	NCA02_09.3	184.2	6009.8	6194.0	25.31
CA02_09.3			NCA02_09.3	NCA02_10	104.3	6194.0	6298.3	25.40
CA02_10	Héctor Fuenzalida	Héctor Fuenzalida (CO19)	NCA02_10	NCA02_10-2	121.8	6298.3	6420.1	25.47
CA02_10-2			NCA02_10-2	NCA02_11	235.9	6420.1	6656.0	25.53
CA02_11	Alfredo Silva Carvallo		NCA02_11	NCA02_11-2	11.9	6656.0	6667.9	25.53
CA02_11-2	Pdte. J.M. Balmaceda	Silva Carvallo (CO36)	NCA02_11-2	NCA02_11-3	321.0	6667.9	6989.0	26.18
CA02_11-3	Pdte. G. Gonzalez Videla		NCA02_11-3	NCA02_12	75.0	6989.0	7064.0	26.32
CA02_12		Morro de Arica (CO28)	NCA02_12	NCA02_12-2	111.7	7064.0	7175.6	26.61
CA02_12-2			NCA02_12-2	NCA02_12-3	124.0	7175.6	7299.6	26.87
CA02_12-3			NCA02_12-3	NCA02_12-4	160.2	7299.6	7459.8	27.16
CA02_12-4			NCA02_12-4	NCA02_12.5	119.4	7459.8	7579.2	27.16
CA02_12.5			NCA02_12.5	NCA02_12.6	62.8	7579.2	7642.0	27.16
CA02_12.6			NCA02_12.6	NCA02_12.7	231.1	7642.0	7873.1	27.19
CA02_12.7	Alfredo Silva Carvallo / Isla Aldea	Silva Carvallo N°2 (CO41)	NCA02_12.7	NCA02_13	178.5	7873.1	8051.5	27.29

Link	Calle	Descarga	Nodo Inicio	Nodo Término	L (m)	Dm Inicio	Dm Término	Caudal Máx. (m3/s)
CA02_13	Alfredo Silva Carvallo / Av. 4 Poniente		NCA02_13	NCA02_13-2	453.5	8051.5	8505.0	28.53
CA02_13-2	Alfredo Silva Carvallo / El Conquistador	El Conquistador (CO15) Silva Carvallo N°3 (CO42) Silva Carvallo N°4 (CO43) Silva Carvallo N° 5 (CO44)	NCA02_13-2	NCA02_14	191.2	8505.0	8696.2	30.37
DCA02	Descarga		NCA02_14	OCA02	15.1	8696.2	8711.4	30.35

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA 9-1: PERFIL LONGITUDINAL CANAL SANTA MARTA. MODELACIÓN SWMM – SITUACIÓN CON PROYECTO FASE CONSTRUCTIVA I, USO DE SUELO ACTUAL, EVENTO T=10 D=24.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 9.4 Canal Santa Marta con proyectos Fases Constructivas I, II y III

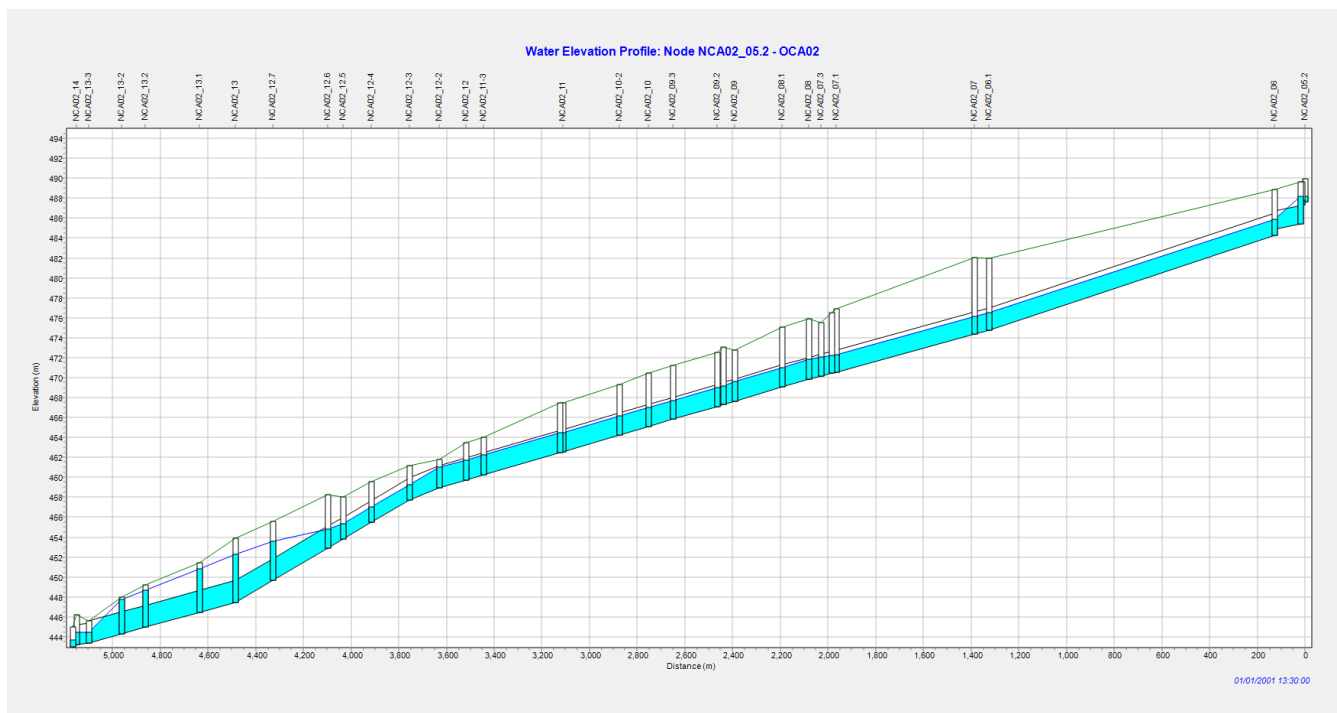
En el siguiente Cuadro y Figura se presentan los resultados de la modelación SWMM para el Canal Santa Marta en el caso Situación Con Proyecto, para el evento T=10 años y D=24 horas, con uso de suelo actual.

**CUADRO 9-2: CAUDALES MÁXIMOS CANAL SANTA MARTA. MODELACIÓN SWMM – SITUACIÓN CON PROYECTO, SITUACIÓN USO SUELO ACTUAL, EVENTO T=10 D=24.**

Link	Calle	Descarga	Nodo Inicio	Nodo Término	Caudal Máx. (m3/s)
CA02_01	Lo Espejo		NCA02_01	NCA02_02	0.00
CA02_02	Lo Espejo/Las Industrias		NCA02_02	NCA02_03	2.79
CA02_03	Las Industrias / Chañarcillo		NCA02_03	NCA02_04	5.12
CA02_04	Las Industrias / Los Yacimientos		NCA02_04	NCA02_05	5.48
CA02_05	Las Industrias / Cerro Sombrero		NCA02_05	NCA02_06	3.03
CA02_05.1	Las Industrias / Santa Marta		NCA02_05.1	NCA02_05.2	3.76
CA02_05.2			NCA02_05.2	NCA02_05.3	7.72
CA02_05.3			NCA02_05.3	NCA02_05.4	7.64
CA02_05.4		Colector Zona Sur (CO40)	NCA02_05.4	NCA02_06	12.12
CA02_06	Santa Marta	Canal Lo Espejo (CA01)	NCA02_06	NCA02_06.1	24.29
CA02_06.1	Las Industrias		NCA02_06.1	NCA02_07	24.37
CA02_07	Las Industrias		NCA02_07	NCA02_07.1	24.36
CA02_07.1	Cruce Camino Melipilla		NCA02_07.1	NCA02_07.2	24.88
CA02_07.2			NCA02_07.2	NCA02_07.3	24.88
CA02_07.3			NCA02_07.3	NCA02_08	28.16
CA02_08	Del Ferrocarril		NCA02_08	NCA02_08.1	28.16
CA02_08.1			NCA02_08.1	NCA02_09	28.20
CA02_09			NCA02_09	NCA02_09.1	28.21
CA02_09.1	Glorias Navales		NCA02_09.1	NCA02_09.2	28.21
CA02_09.2			NCA02_09.2	NCA02_09.3	28.21
CA02_09.3			NCA02_09.3	NCA02_10	28.31
CA02_10	Héctor Fuenzalida	Héctor Fuenzalida (CO19)	NCA02_10	NCA02_10-2	28.42
CA02_10-2			NCA02_10-2	NCA02_11	28.55
CA02_11	Alfredo Silva Carvallo		NCA02_11	NCA02_11-2	28.81
CA02_11-2	Pdte. J.M. Balmaceda	Silva Carvallo (CO36)	NCA02_11-2	NCA02_11-3	29.47
CA02_11-3	Pdte. G. Gonzalez Videla		NCA02_11-3	NCA02_12	29.62
CA02_12		Morro de Arica (CO28)	NCA02_12	NCA02_12-2	29.78
CA02_12-2			NCA02_12-2	NCA02_12-3	29.82
CA02_12-3			NCA02_12-3	NCA02_12-4	29.86
CA02_12-4			NCA02_12-4	NCA02_12.5	29.89
CA02_12.5			NCA02_12.5	NCA02_12.6	29.91
CA02_12.6			NCA02_12.6	NCA02_12.7	30.04
CA02_12.7	Alfredo Silva Carvallo / Isla Aldea	Silva Carvallo N°2 (CO41)	NCA02_12.7	NCA02_13	30.10
CA02_13	Alfredo Silva Carvallo / Av. 4 Poniente		NCA02_13	NCA02_13.1	31.42
CA02_13.1	Alfredo Silva Carvallo / Asamblea de Dios		NCA02_13.1	NCA02_13.2	31.43
CA02_13.2	Alfredo Silva Carvallo / Rey de Judea		NCA02_13.2	NCA02_13-2	31.45

Link	Calle	Descarga	Nodo Inicio	Nodo Término	Caudal Máx. (m3/s)
CA02_13-2	Alfredo Silva Carvalho / El Conquistador	El Conquistador (CO15) Silva Carvalho N°3 (CO42) Silva Carvalho N°4 (CO43) Silva Carvalho N° 5 (CO44)	NCA02_13-2	NCA02_13-3	29.16
CA20_13-3			NCA02_13-3	NCA02_14	29.11
DCA02	Descarga		NCA02_14	OCA02	29.11

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA 9-2: PERFIL LONGITUDINAL CANAL SANTA MARTA. MODELACIÓN SWMM – SITUACIÓN CON PROYECTO, USO DE SUELO ACTUAL, EVENTO T=10 D=24.**

Fuente: Elaboración propia.

Se destacan de los resultados los caudales de descarga del Colector Zona Sur y el Canal Lo Espejo en el Canal Santa Marta. Al considerar las compuertas de la obra de descarga completamente abiertas, en el evento T=10 años y duración 24 h, caso uso de suelo actual, la descarga del Canal Lo Espejo al Canal Santa Marta alcanza los 12,23 m<sup>3</sup>/s, mientras que la descarga del Colector Zona Sur es de 7,78 m<sup>3</sup>/s.

## 9.5 Ecurrimiento en calles

Con el objetivo de conocer el escurrimiento en las calles y diseñar posteriormente los sumideros, se realizó la modelación SWMM para un evento con periodo de retorno de 2 años y duración 24 horas.

## 9.6 Factibilidad de descarga de colectores

En el estudio se verificó la factibilidad de descarga, de los colectores existentes, al mejoramiento del Canal Santa Marta en sus Fases Constructivas I, II y III. Esta verificación se realiza considerando el resultado de la modelación SWMM para el evento con periodo de retorno de 2 años y duración 24 horas. Los colectores existentes que descargan al Canal Santa Marta son los siguientes:

- Colector Zona Sur
- Colector Héctor Fuenzalida
- Colector Silva Carvallo
- Colector Morro de Arica
- Colector El Conquistador – Maipú
- Colector Silva Carvallo N°2, entre calles Las Naciones e Isla Aldea (nombre del colector no oficial).
- Colector Silva Carvallo N°3, entre calles La Galaxia y El Conquistador (nombre del colector no oficial).
- Colector Silva Carvallo N°4, entre calles Santa Bárbara y Doñihue (nombre del colector no oficial).

Mediante los resultados de la modelación SWMM, se verificó que los colectores presentan factibilidad de descarga para un periodo de retorno de 2 años, presentando algunos de ellos escurrimiento en presión, pero sin que la línea piezométrica supere la cota de anillo de las cámaras de inspección.

## 10 FASE CONSTRUCTIVA I Y FASES I.1, I.2 E I.3

### 10.1 Generalidades

La solución del Cruce Camino a Melipilla o Zona Prioritaria se inicia 50 m aguas arriba del cruce con el Camino a Melipilla y finaliza aproximadamente 350 m aguas abajo del cruce con puente de la calle Gabriel González Videla. En la siguiente figura se muestra el tramo del canal Santa Marta que forma parte de esta Fase Constructiva.



**FIGURA 10-1: UBICACIÓN DE PROYECTO FASE CONSTRUCTIVA I.**

Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente este tramo se proyectó en su totalidad en cajón de hormigón armado y construido a zanja abierta. Lo anterior era viable considerando que EFE construyera parte del cajón de hormigón durante la ejecución de las obras de Melitren en el cruce de Camino a Melipilla.

Al surgir la postergación de las obras de Melitren se debió modificar la solución de cajón en zanja abierta en el cruce de Camino a Melipilla optando por la solución en tunnel liner lo que permite la construcción sin necesidad de cortar Camino a Melipilla y la línea férrea.

Por otra parte, en función de la disponibilidad de recurso de la DOH y considerando la urgencia de resolver los desbordes del canal Santa Marta en el cruce de Camino a Melipilla surgió la necesidad de dividir la Fase Constructiva I en tres partes como se detalla a continuación.

- **Fase I.1:** Esta solución se extiende desde aguas arriba del cruce de Camino a Melipilla hasta aguas abajo del cruce con calle del Ferrocarril. Se identifica como obras de emergencia. Tramo de tunnel liner que se desarrolla desde el Pique N°1 (Km 64.8) hasta el Pique N°3 (Km 530.67). Se incluyen dentro de las obras de emergencia el canal de toma y canal de devolución. En esta Fase el entubamiento del canal Santa Marta opera como sifón.
- **Fase I.2:** Esta solución se extiende desde aguas abajo del cruce con calle del Ferrocarril hasta el término de la Fase I, aproximadamente 350 m aguas abajo del cruce con calle Gabriel González Videla.
- **Fase I.3:** Esta solución se puede implementar una vez construida la Fase I.2 y tiene por objetivo unir la Fase I.1 con la Fase I.2 con obras de empalme con el canal Santa Marta aguas arriba y aguas debajo de la Fase I.1.



**FIGURA 10-2: UBICACIÓN DE FASES CONSTRUCTIVAS I.1, I.2, I.3.**

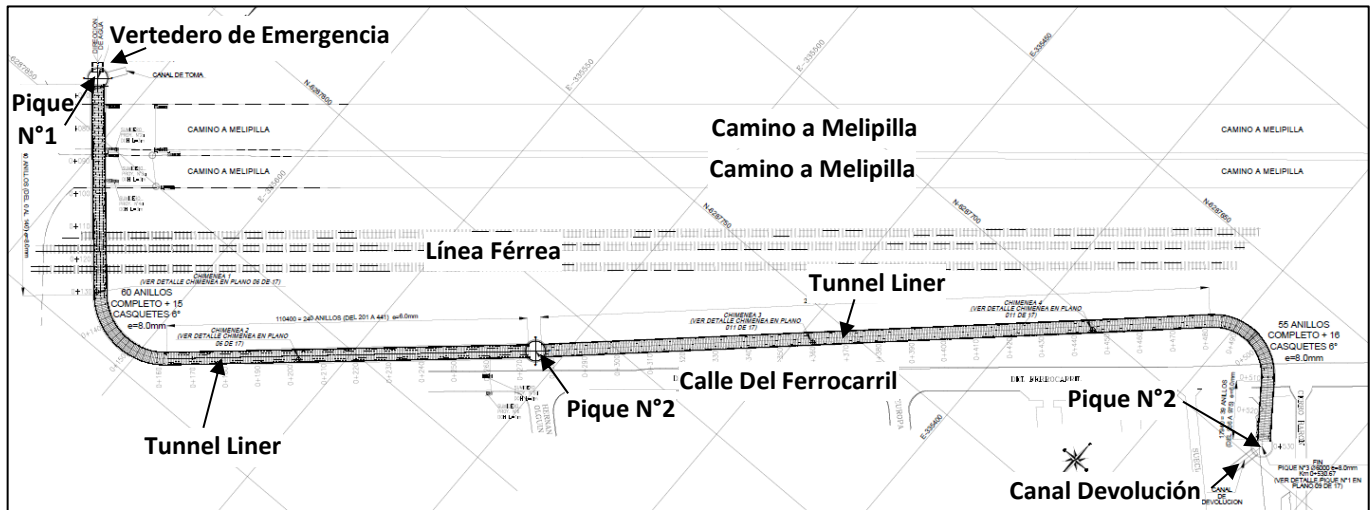
Fuente: Elaboración propia.

## 10.2 Descripción De Las Obras

A continuación, se describen las obras que conforman el entubamiento del Canal Santa Marta en las fases descritas precedentemente.

### 10.2.1 Fase I.1.

El emplazamiento de las obras que conforman la Fase I.1 se muestran en la siguiente figura:

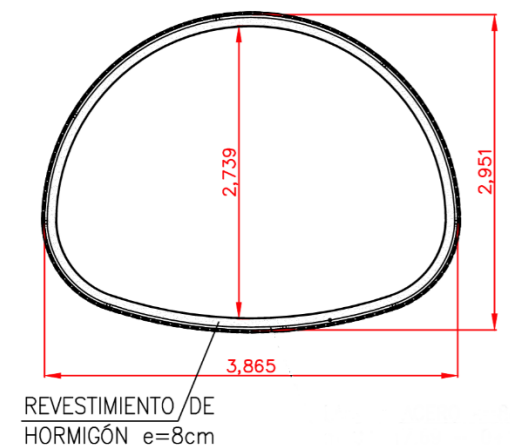


**FIGURA 10-3:UBICACIÓN OBRAS FASE I.1 E I.2**

Fuente: Elaboración propia.

#### 10.2.1.1 Entubamiento mediante tunnel liner

Desde el inicio Pique N°1 hasta el término Pique N°3, se proyecta tunnel liner consistente en una bóveda de 3.87m x 2.95m con revestimiento interior.



**FIGURA 10-4:SECCIÓN TUNNEL LINER.**

Fuente: Elaboración propia.

### 10.2.1.2 Vertedero Lateral y Canal de toma

Se contempla un vertedero lateral de pared delgada y longitud 10 m, ubicado al costado derecho del canal Santa Marta. La función de este vertedero es captar aguas desde el canal Santa Marta cuando escurran por canales caudales superiores a los 4 m<sup>3</sup>/s.

El excedente captado entrará al canal de toma consistente en un canal de sección rectangular de base 2.5 m y altura 1.70 y longitud de 3.8 m que conducirá las aguas hasta el Pique N°1 inreando al tunnel liner.

Estas obras permitirán, en período estival, que las aguas de riego sigan su curso por el canal Santa Marta y en el período de lluvias durante la ocurrencia de tormentas los excedentes sean desviados hacia el tunnel liner evitando los desbordes en el sector de Cruce de Camino a Melipilla.

En la siguiente figura se muestra el emplazamiento de las obras señaladas.



**FIGURA 10-5: UBICACIÓN VERTEDERO LATERAL Y CANAL DE TOMA**

Fuente: Elaboración propia.

### 10.2.1.3 Piques

Se proyectan 3 Piques verticales de diámetros interiores de 6.0 m recubiertos con planchas de acero corrugado, que inicialmente se utilizan para la construcción del tunnel liner. Terminada la construcción, estos Piques cumplirán la función de cámaras de limpieza para lo cual se contempla cerrarlos colocar una losa de hormigón en la parte superior, con abertura de 4,10 m por 3,0 m cubierta

con losetas. Por esta abertura se permitirá el ingreso de maquinaria de limpieza (Bobcat) para la adecuada mantención del tunnel liner.

#### 10.2.1.4 Cámaras de inspección

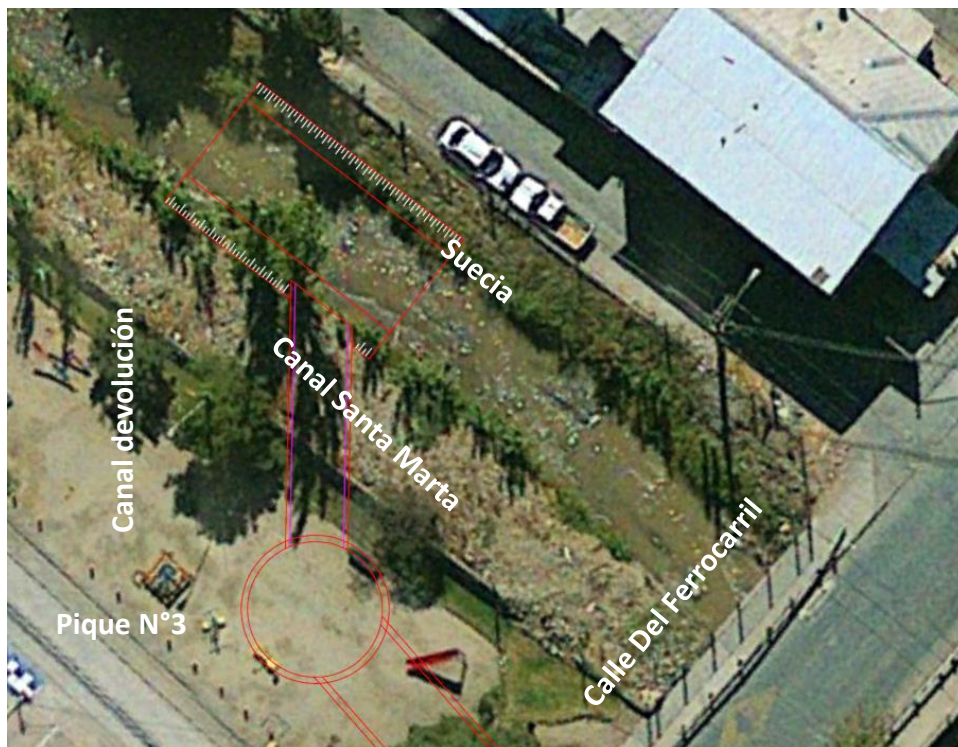
Se proyectan 5 cámaras de inspección consistentes en chimeneas de diámetro 1.20 m para permitir el acceso de personal para inspección rutinaria del interior del tunnel liner.

#### 10.2.1.5 Canal de devolución

Las aguas captadas por el vertedero lateral y conducidas a través del tunnel liner serán retornadas al actual cauce del canal Santa Marta, aguas abajo del cruce de Calle del Ferrocarril.

Para tal efecto se proyecta un canal de devolución de hormigón armado de sección rectangular de ancho basal 2.5 m, altura 1.0 y longitud 10.6 m. Este canal nace a un costado del Pique N°3 y se extiende hasta el cauce del canal Santa Marta devolviendo las aguas de excedencia captadas en el vertedero lateral al inicio de la Fase I.1.

En la siguiente figura se muestra el emplazamiento del canal de devolución.



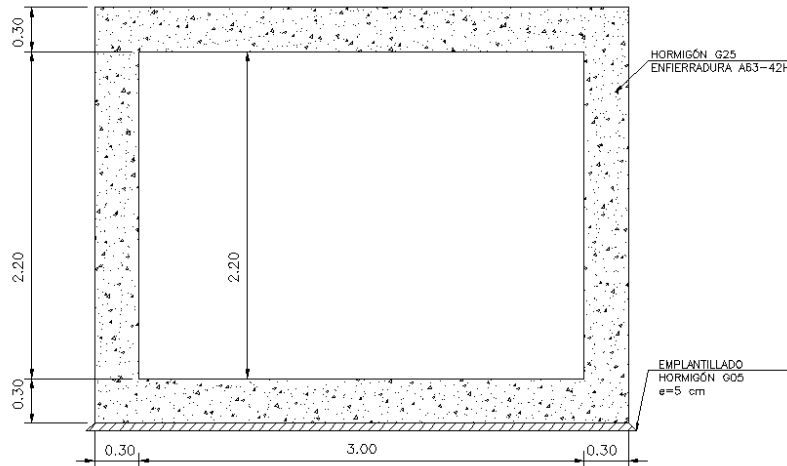
**FIGURA 10-6: UBICACIÓN CANAL DE DEVOLUCIÓN**

Fuente: Elaboración propia.

## 10.2.2 fase I.2

### 10.2.2.1 Entubamiento mediante cajón de hormigón armado de 3.0 x 2.2 m medidas interiores

Se contempla que la materialización del entubamiento del canal sea mediante un cajón de hormigón armado de ancho basal 3,0 m y altura interior de 2,2 m.



**FIGURA 10-7 SECCIÓN CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO.**

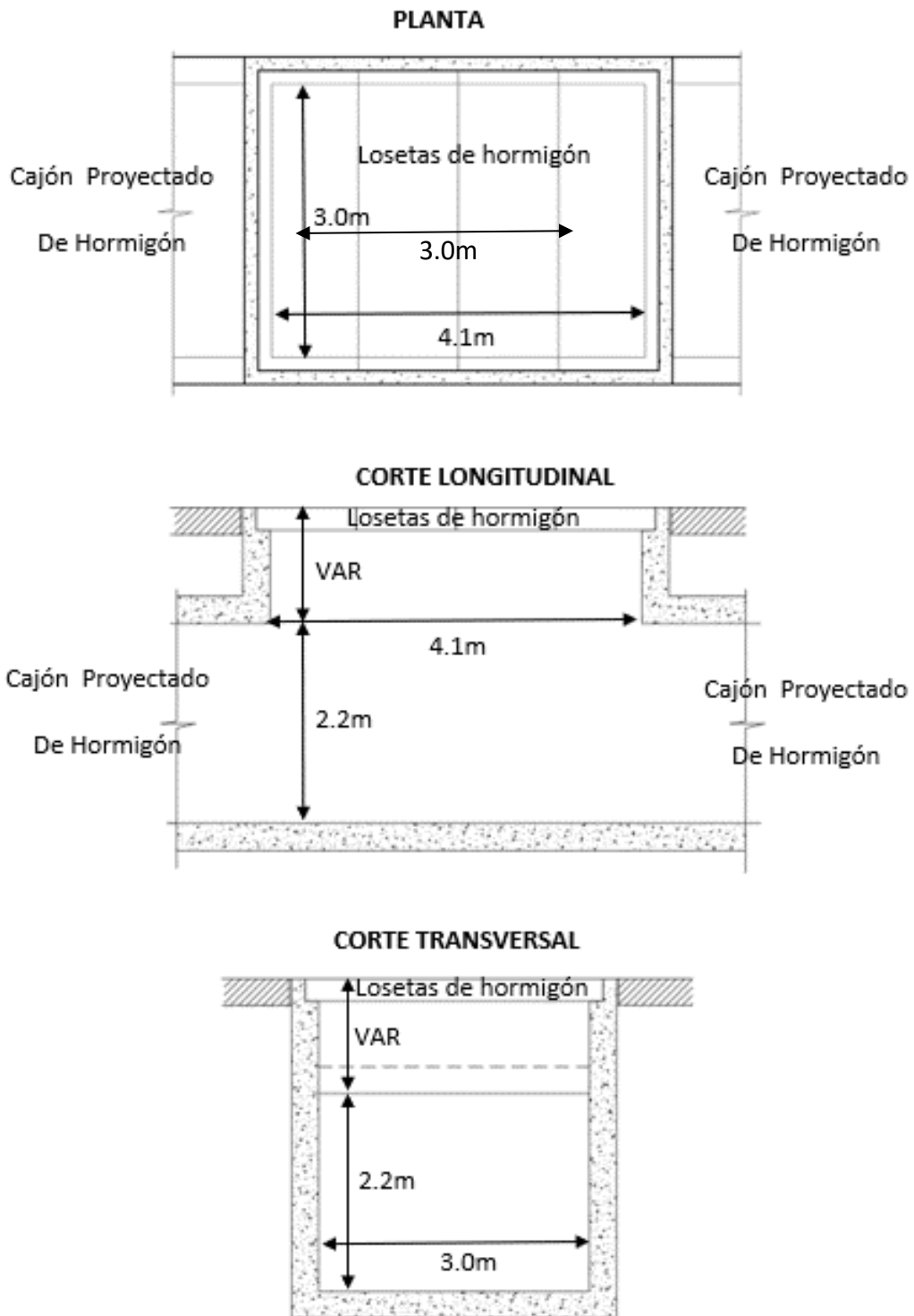
Fuente: Elaboración propia.

### 10.2.2.2 Cámaras de limpieza

Con el fin de lograr una adecuada mantención del canal, se proyectan cámaras de limpieza cada 100 aproximadamente. La particularidad de estas cámaras es que en su parte superior se considera una abertura de 4,10 m por 3,0 m cubierta con losetas. Por esta abertura se permitirá el ingreso de maquinaria de limpieza (Bobcat) para la adecuada mantención del canal.

### 10.2.2.3 Chimeneas de inspección

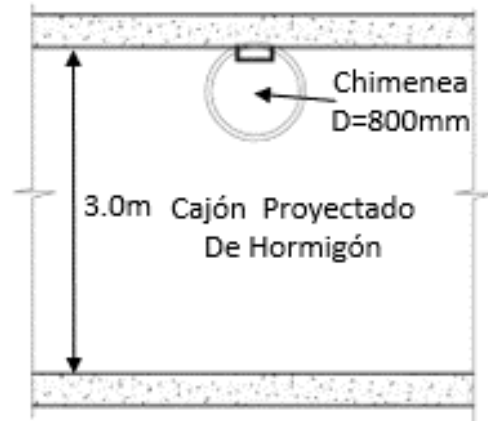
Estas obras tienen por objetivo permitir el ingreso del personal para inspeccionar el entubamiento. Consisten básicamente en una chimenea de  $D=0,8$  m. Se proyectan equidistantes aproximadamente cada 100 m.



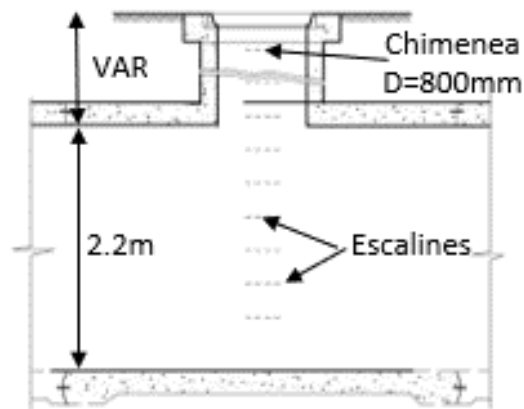
**FIGURA 10-8: CÁMARA DE LIMPIEZA.**

Fuente: Elaboración propia.

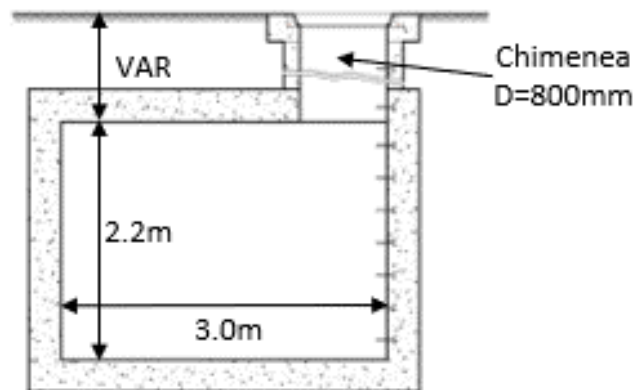
### PLANTA



### CORTE LONGITUDINAL



### CORTE TRANSVERSAL



**FIGURA 10-9: CHIMENEA DE INSPECCIÓN**

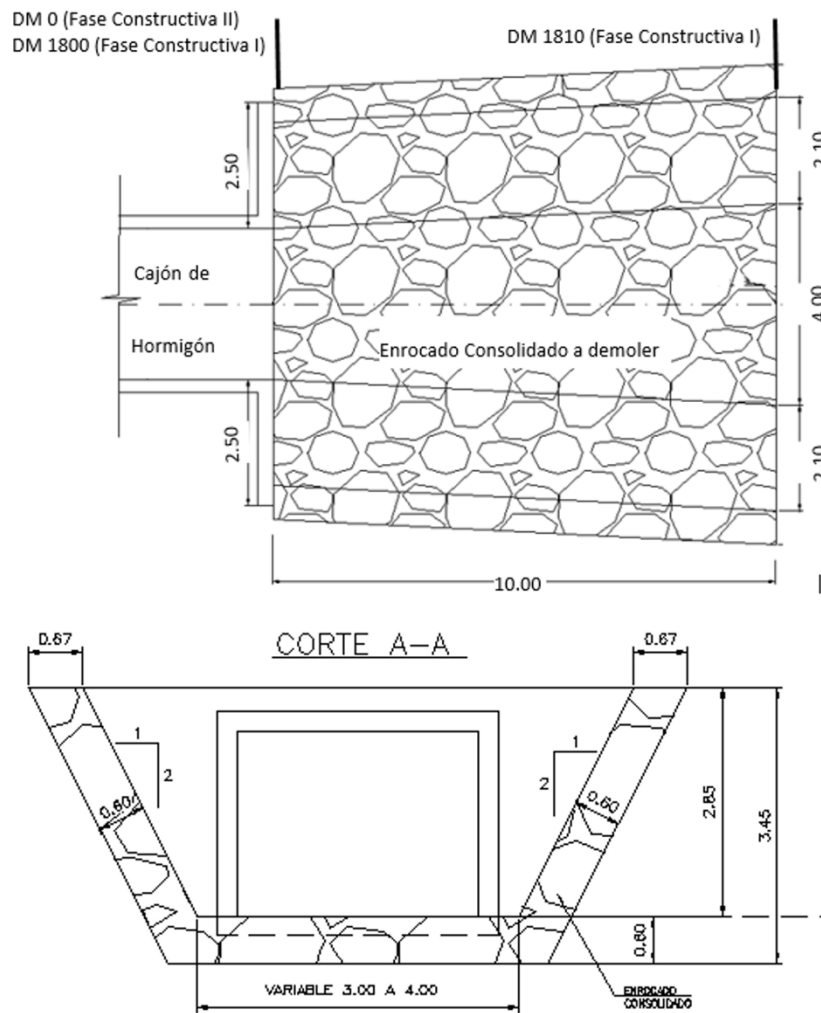
Fuente: Elaboración propia.

#### 10.2.2.4 Enrocado consolidado al término del tramo

Al término del entubamiento del canal Santa Marta en la Fase I, cuando las aguas retornan al actual cauce en tierra del canal, se ha proyectado una protección de enrocados consolidados. Esta protección de 10 m de longitud se ubica entre los Dm 1.800 y Dm 1.810.

La necesidad de protección se origina en la gran velocidad que se produce al término de la sección encajonada y al inicio de la zona no revestida del canal Santa Marta.

Conforme a los resultados entregados en la evaluación de enrocados, las altas velocidades determinan enrocados de gran tamaño. Debido a lo restrictivo del espacio disponible, la solución se planteó mediante enrocado consolidado de manera de disminuir el tamaño del enrocado. En la siguiente figura se muestran los enrocados de protección proyectados.



**FIGURA 10-10: ENROCADOS CONSOLIDADOS DE PROTECCIÓN A LA SALIDA DEL ENTUBAMIENTO FASE I.2**

Fuente: Elaboración propia.

### 10.2.3 fase i.3

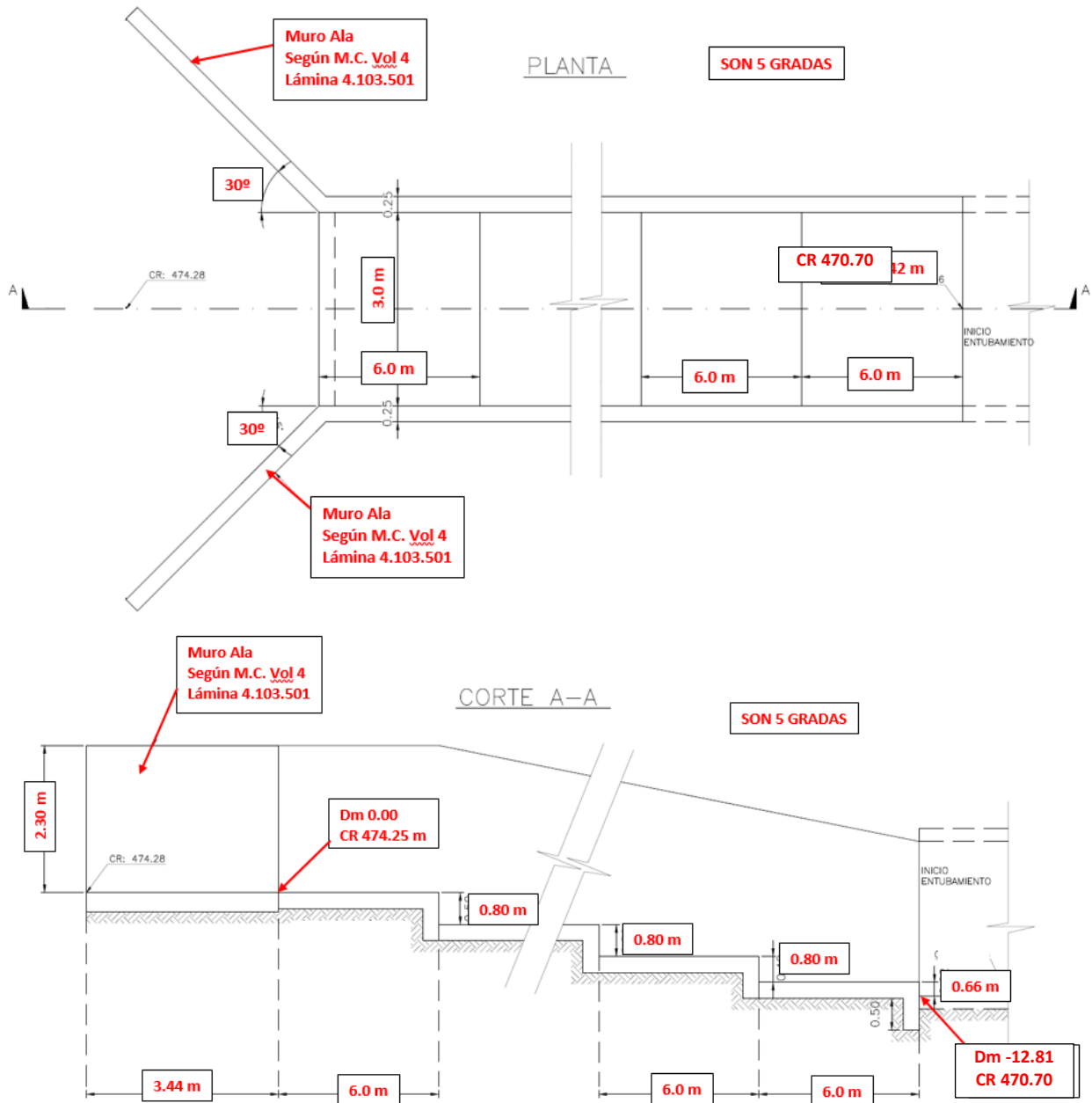
#### 10.2.3.1 Obra de entrada, gradas de bajada

La necesidad de esta obra de disipación de energía surge del gran desnivel que se genera entre la cota actual del canal Santa Marta y la cota de inicio del entubamiento, desnivel requerido para que el entubamiento no tenga interferencias con aguas servidas.

El desnivel es de 3,83 m para lo cual se proyecta una estructura con 5 gradas de bajada. Las primeras 4 gradas tienen un desnivel de 0,8 m cada una y la última un desnivel de 0,66 m.

La longitud de cada una de estas gradas es de 6 m. Esta longitud fue definida de manera tal que sobre la grada se alcanzara a desarrollar el torrente asegurando, de esta manera, que el caudal disipara energía sobre cada grada.

En la siguiente figura se muestran las vistas en planta y longitudinal de la estructura de bajada al inicio del entubamiento del canal Santa Marta, en FASE I.3.



**FIGURA 10-11: GRADAS DE BAJADA. INICIO ENTUBAMIENTO FASE I.3**

Fuente: Elaboración propia

### 10.2.3.2 Empalme Fase I.1 con Fase I.2 mediante cajón de hormigón armado

Se contempla que el empalme entre la estructura de entrada y el inicio del tunnel liner de la Fase I.1 sea mediante cajón de hormigón armado. De igual manera se proyecta el empalme entre el término de la Fase I.1 y el inicio de la Fase I.2 mediante un cajón de hormigón armado.

Los cajones proyectados son de ancho basal 3,0 m y altura 2,2 m, dimensiones interiores.

#### 10.2.3.3 Cámara de limpieza

Se proyecta una cámara de limpieza, de similares características a las empleadas en la Fase I.2, en el tramo de unión entre la obra de entrada y el inicio del tunnel liner de la Fase I.1.

### 10.3 Presupuesto

En el presente acápite se entrega, el costo estimado de construcción de las Fases I.1, I.2 e I.3.

#### 10.3.1 Presupuesto Fase I.1

El cuadro 10-1 entrega el costo de construcción de las obras asociadas al entubamiento del canal Santa Marta mediante Tunnel liner desde aguas arriba de Camino a Melipilla hasta aguas abajo del cruce con Calle del Ferrocarril, incluidos el vertedero lateral, los canales de toma y devolución y modificación de servicios de Agua Potable, Aguas Servidas y modificación red de Metrogas.

#### 10.3.2 Presupuesto Fase I.2

En el cuadro 10-2, se entrega el presupuesto de la Fase Constructiva I.2, que corresponde a la construcción del cajón de hormigón y enrocado de protección a la salida, tramo que se extiende desde aguas abajo de Calle del Ferrocarril, hasta aproximadamente 350 m aguas abajo de la calle Gabriel Gonzáles Videla.

#### 10.3.3 Presupuesto Fase I.3

En el cuadro 10-3, se presenta el presupuesto de la Fase Constructiva I.3, que considera demolición y retiro de las obras temporales (vertedero lateral, canales de toma y devolución), y las obras requeridas para el empalme de la Fase I.1 con actual cauce del canal Santa Marta por aguas arriba y Fase I.2 por aguas abajo.

**CUADRO 10-1: RESUMEN COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE TUNNEL LINER CANAL SANTA MARTA FASE CONSTRUCTIVA I.1**

OBRAS ENTUBAMIENTO CANAL SANTA MARTA FASE I.1		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	71.879	2.644.987.810
GG y Utilidades (75%)	53.909	1.983.740.857
Subtotal (S/IVA)	125.789	4.628.728.667
IVA (19%)	23.900	879.458.447
<b>TOTAL</b>	<b>149.689</b>	<b>5.508.187.114</b>
CAMBIO DE SRVICIOS AP Y AS		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	930.000	34.229.032
GG y Utilidades (60%)	558.000	20.537.419
Subtotal (S/IVA)	1.488	54.766.452
IVA (19%)	283.000	10.405.626
<b>TOTAL</b>	<b>1.771</b>	<b>65.172.077</b>
METROGAS		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	6.490	238.808.608
GG y Utilidades (20%)	1.298	47.761.722
Subtotal (S/IVA)	7.788	286.570.330
IVA (19%)	1.480	54.448.363
<b>TOTAL</b>	<b>9.267</b>	<b>341.018.693</b>
ITEM	Total	
	UF	\$
<b>TOTAL</b>	<b>160.727</b>	<b>5.914.377.884</b>

IPC base de cálculo = 111.45, septiembre 2011

UF septiembre 2021 = \$ 29.942,8

UF noviembre 2023 = \$ 36.797,64

Porcentaje de GG y Utilidades fueron definidos por SMAPA y Metrogas respectivamente.

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 10-2: RESUMEN COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DEFINITIVAS CANAL SANTA MARTA  
FASE CONSTRUCTIVA I.2**

OBRAS ENTUBAMIENTO CANAL SANTA MARTA FASE I.2		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	124.449	4.579.429.759
GG y Utilidades (75%)	93.337	3.434.572.319
Subtotal (S/IVA)	217.786	8.014.002.078
IVA (19%)	41.379	1.522.660.395
<b>TOTAL</b>	<b>259.165</b>	<b>9.536.662.473</b>
CAMBIO DE SRVICIOS AP Y AS		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	143	5.254.703
GG y Utilidades (60%)	86	3.152.822
Subtotal (S/IVA)	228	8.407.525
IVA (19%)	43	1.597.430
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>	<b>10.004.954</b>
ITEM	Total	
	UF	\$
<b>TOTAL</b>	<b>259.437</b>	<b>9.546.667.428</b>

IPC base de cálculo = 111.45, septiembre 2011

UF septiembre 2021 = \$ 29.942,8

UF noviembre 2023 = \$ 36.797,64

Porcentaje de GG y Utilidades fueron definidos por SMAPA.

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 10-3: RESUMEN COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DEFINITIVAS CANAL SANTA MARTA  
FASE CONSTRUCTIVA I.3**

OBRAS ENTUBAMIENTO CANAL SANTA MARTA FASE I.3		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	27.921	1.027.431.807
GG y Utilidades (75%)	20.941	770.573.855
Subtotal (S/IVA)	48.862	1.798.005.662
IVA (19%)	9.284	341.621.076
<b>TOTAL</b>	<b>58.146</b>	<b>2.139.626.738</b>
ITEM	Total	
	UF	\$
<b>TOTAL</b>	<b>58.146</b>	<b>2.139.626.738</b>

IPC base de cálculo = 111.45, septiembre 2011

UF septiembre 2021 = \$ 29.942,8

UF noviembre 2023 = \$ 36.797,64

Fuente: Elaboración propia

**10.4 Programa de construcción y carta gantt**

Para la Fase I.1 se ha considerado dos frentes de trabajo, en el caso de la Fase I.2, debido a la condicionante determinada por el escurrimiento permanente de aguas en el canal Santa Marta, para

organizar la construcción, se ha considerado un sólo frente de trabajo que se desarrollará desde aguas abajo hacia aguas arriba y estarán subdivididos en tramos de 200 m de longitud.

La planificación conceptual propuesta para la ejecución de las obras del proyecto se basa en varios conceptos relevantes e interrelacionados.

- Minimizar el plazo de construcción, para lo cual se deberá disponer anticipadamente de toda la logística necesaria.
- Incluir en los equipos de trabajo, contratistas y mano de obra local que el contrato exija y haya disponible de modo de minimizar costos y tiempos de traslado.
- Verificar disponibilidad de material para rellenos.
- Se debe considerar dentro de la planificación, la ubicación de empréstitos de material de la calidad y disponibilidad requerida, sus propietarios, distancias, permisos ambientales, planes de manejo, etc.
- Eficiente manejo ambiental, en particular con los botaderos.
- Adecuado Plan de Seguridad Vial y/o Plan de Desvíos, considerando todas sus etapas: Diseño, aprobación por MOP y Municipalidad y su implementación.
- Temprana gestión de permisos para cambio de servicios y de intervención de fundaciones de los puentes (socalzado de estribos) existentes en el trazado del cajón de hormigón armado proyectado.

Para el encauzamiento provisorio del Canal Santa Marta, se considera la utilización de dos tuberías de diámetro  $D=1200\text{mm}$  de HDPE Corrugado y que tenga en su línea de fabricación estándar los accesorios necesarios que faciliten la conexión y desconexión entre tuberías (stub end full face), además de curvas en distintos ángulos de giro ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ).

Para la evaluación, se supondrá que la construcción irá avanzando en tramos de 200 m de longitud de manera que se irán desplazando los tubos en la medida que se vayan terminado los tramos aguas abajo. Se ha considerado reutilizar tres veces los ductos HDPE.

Para la construcción del cajón de hormigón armado  $3,0 \times 2,2 \text{ m}$  (BxH), se considera construir módulos de 12 m de longitud por lo que, al considerar tramos de una longitud media de 220 m, serán necesario construir 18 módulos en total.

Con los criterios señalados se elaboró la carta Gantt de construcción resultando de 290 días la Fase I.1, 1240 días la Fase I.2 y la Fase I.3 de duración 120 días.

## 11 FASE CONSTRUCTIVA II

### 11.1 Generalidades

La solución de Proyecto de la Fase Constructiva II, se inicia aguas abajo del término de la Fase Constructiva I, y se extiende hasta la descarga en el río Mapocho. En la siguiente figura se muestra el tramo del canal Santa Marta que forma parte de esta Fase Constructiva.



**FIGURA 11-1: UBICACIÓN DE PROYECTO FASE CONSTRUCTIVA II.**

Fuente: Elaboración propia.

### 11.2 Caudal de diseño

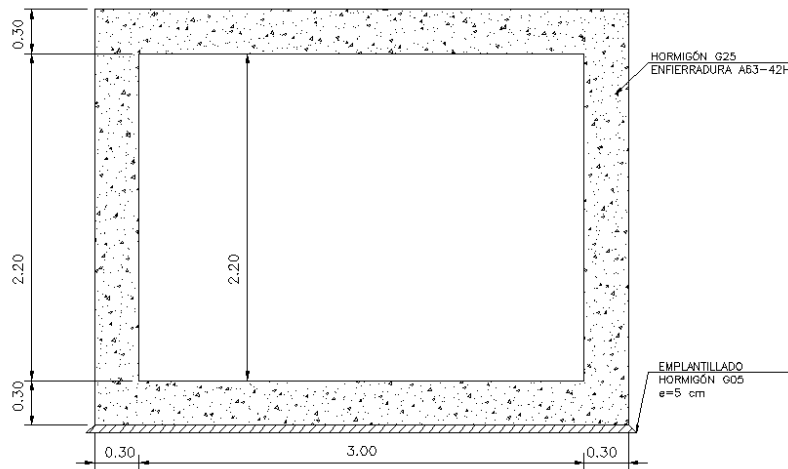
La capacidad hidráulica del entubamiento del canal Santa Marta debe ser para un caudal de 30 m<sup>3</sup>/s.

### 11.3 Descripción de las obras

A continuación, se describen las obras que conforman el entubamiento del Canal Santa Marta en la Fase Constructiva II.

#### 11.3.1 Cajón de hormigón armado

Se contempla que la materialización del entubamiento del canal sea mediante un cajón de hormigón armado de ancho basal 3,0 m y altura interior de 2,2 m.

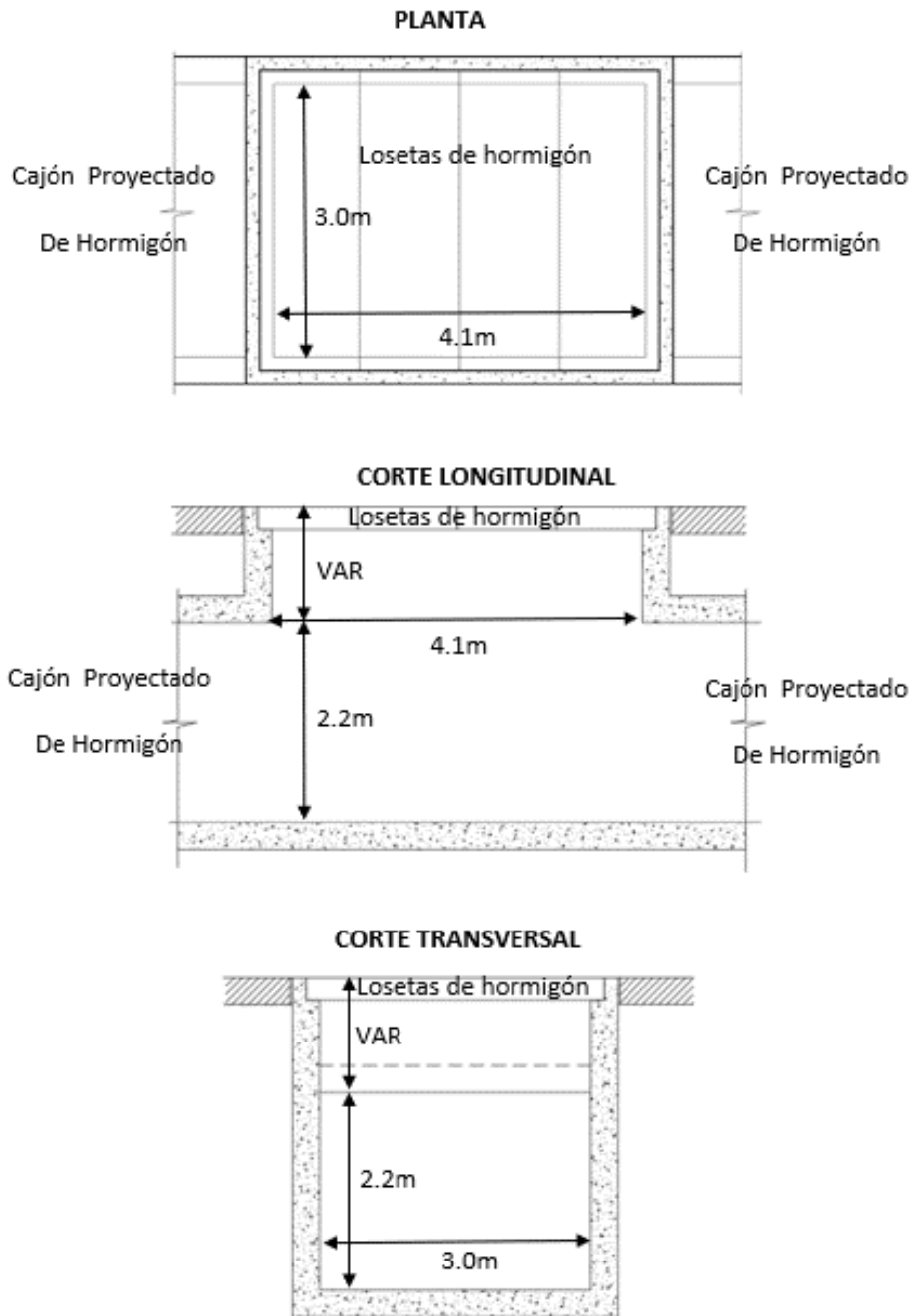


**FIGURA 11-2: SECCIÓN CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 11.3.2 Cámara de limpieza

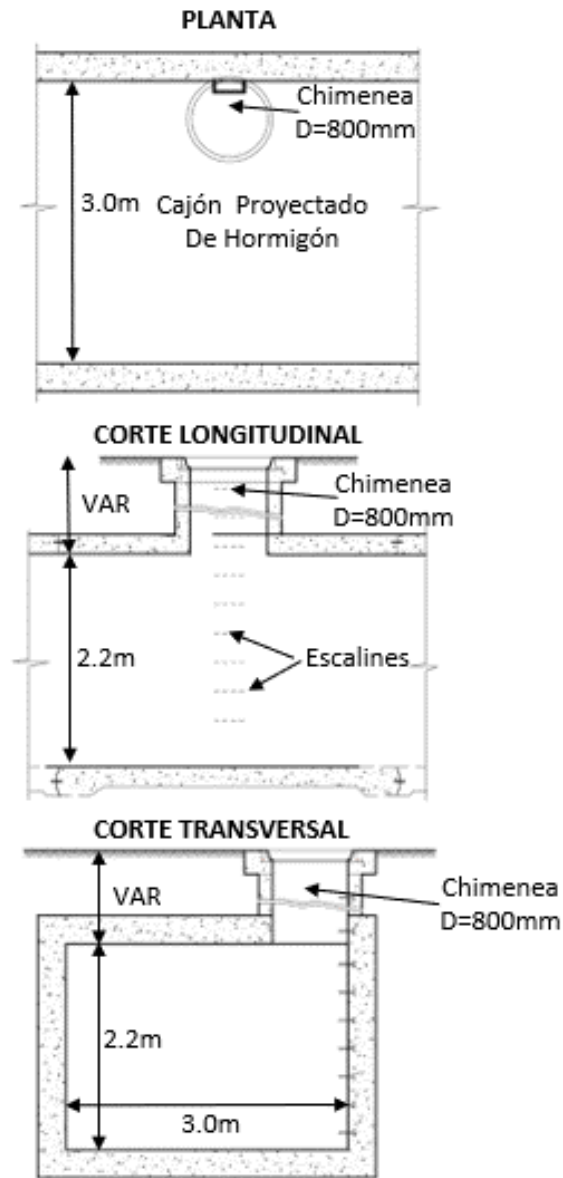
Con el fin de lograr una adecuada mantención del canal, se proyectan cámaras de limpieza cada 100 aproximadamente. La particularidad de estas cámaras es que en su parte superior se considera una abertura de 4,10 m por 3,0 m cubierta con losetas. Por esta abertura se permitirá el ingreso de maquinaria de limpieza (Bobcat) para la adecuada mantención del canal.



**FIGURA 11-3: CÁMARA DE LIMPIEZA.**  
Fuente: Elaboración propia.

### 11.3.3 Chimeneas de inspección

Estas obras tienen por objetivo permitir el ingreso del personal para inspeccionar el entubamiento. Consisten básicamente en una chimenea de  $D=0,8$  m.



**FIGURA 11-4: CHIMENEA DE INSPECCIÓN**

Fuente: Elaboración propia.

11.3.4 Inicio del tramo. Obra de toma, conducción y entrega a canal Lo Bosquino

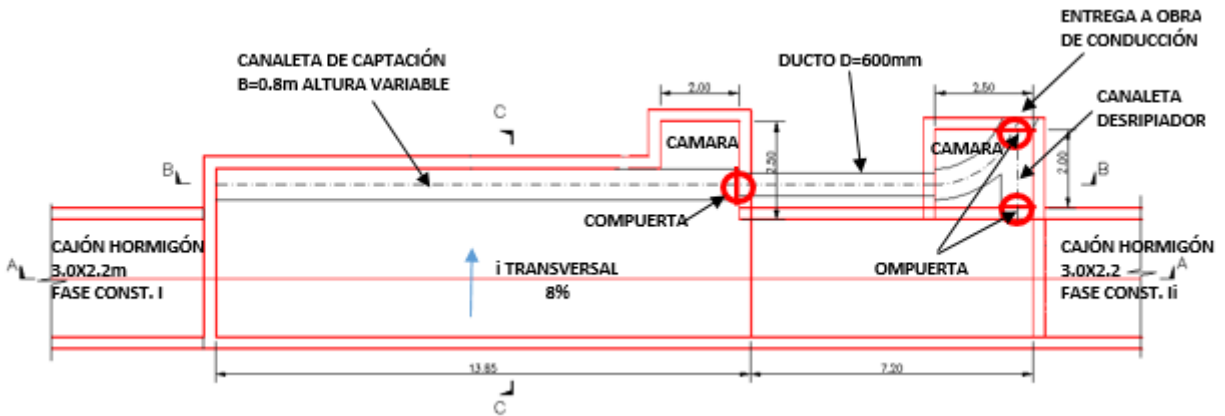
11.3.4.1 Obra de Toma

El Dm 0 de la Fase Constructiva II es coincidente con el Dm 1800 de la Fase Constructiva I.

Se debe tener presente que la Fase Constructiva I finaliza en un enrocado consolidado que deberá ser demolido para que el inicio de la Fase Constructiva II empalme en el Dm 1800 de la Fase Constructiva I.

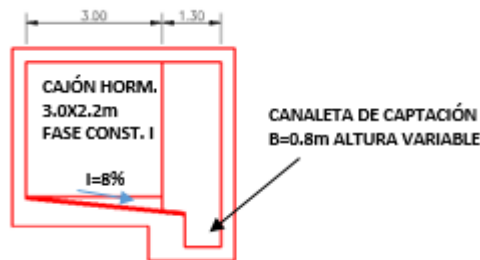
La obra de toma consiste en una gran cámara de hormigón armado con compuertas que permite captar las aguas del canal Lo Bosquino y entregarlas a la obra de conducción y por otra parte también cuenta con compuerta para devolución de aguas al canal Santa Marta.

En las siguientes figuras se muestran planta, cortes longitudinales y transversales que permiten identificar las componentes descritas.



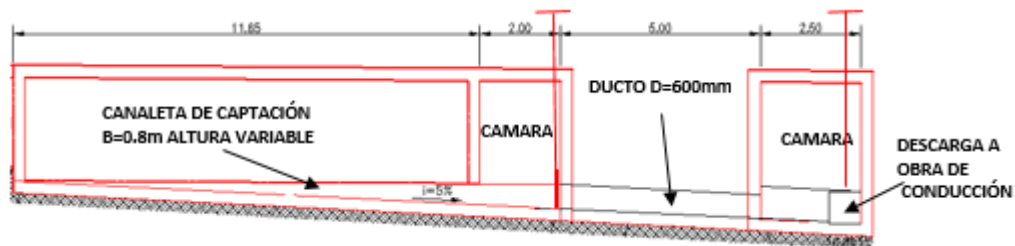
**FIGURA 11-5: PLANTA OBRA DE TOMA.**

Fuente: Elaboración propia.



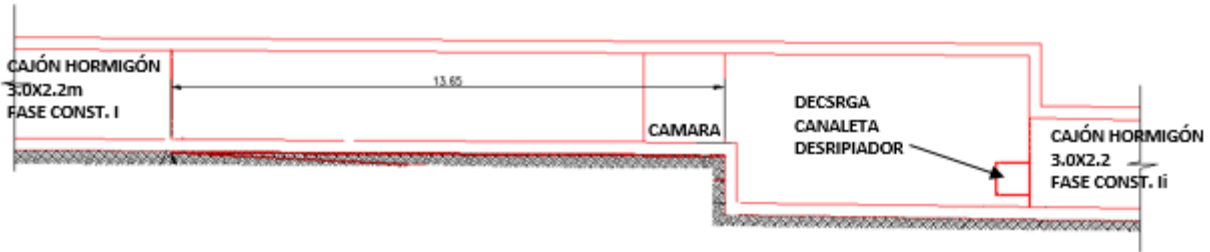
**FIGURA 11-6:CORTE C-C OBRA DE TOMA.**

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA 11-7: CORTE B-B LONGITUDINAL POR CANALETA DE CAPTACIÓN.**

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA 11-8: CORTE A-A LONGITUDINAL POR EJE CANAL SANTA MARTA.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 11.3.4.2 Obra de Conducción y entrega

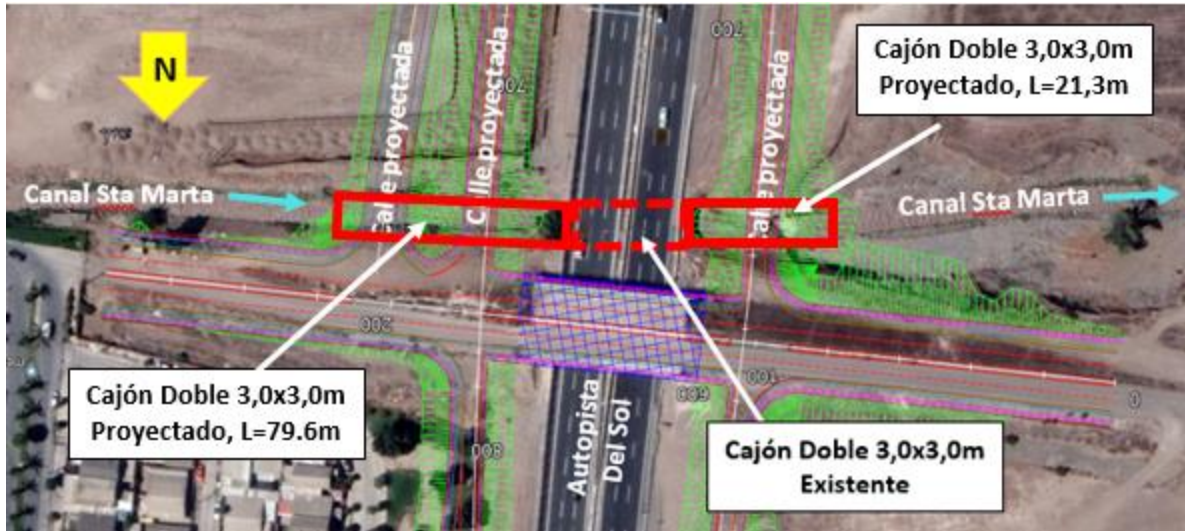
La obra de toma proyectada se ubica 350m aguas arriba de la actual toma rústica del canal Lo Bosquino de manera que se requiere proyectar la obra de conducción y entrega del caudal captado.

La obra de conducción proyectada consiste en un tubo de HDPE de  $D=600$  mm y pendiente longitudinal 0,69%. Se contemplan 12 cámaras de inspección equidistantiadas cada 30 m conforme las condicionantes establecidas por la Asociación de Canalistas del Maipo. La entrega se realiza en el mismo punto y cota del tubo existente del canal Lo Bosquino

#### 11.3.5 Cruce de Autopista del Sol, alargue alcantarilla existente.

En la actualidad el canal Santa Marta cruza bajo la Autopista del Sol a través de una alcantarilla consistente en un Doble Cajón de Hormigón Armado de 3.0 x 3.0.

Con base a la información proporcionada por la IF de la Autopista del Sol, se sabe que ha futuro se materializarán calles locales a ambos costados de la autopista condición que se consideró para el diseño del cruce de la Autopista. De esta manera, para el paso del canal bajo estas calles locales se consideró extender la alcantarilla existente para lo cual se proyecta aguas arriba como aguas abajo cajón doble de hormigón armado de 3,0x3,0m. En la siguiente figura se muestra la solución adoptada.



**FIGURA 11-9: SOLUCIÓN ADOPTADA PERA EL CRUCE DEL CANAL SANTA MARTA BAJO LAS CALLES LOCALES PROYECTADAS.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 11.3.6 Obra de salida alcantarilla Autopista del Sol

En la actualidad, a la salida de la alcantarilla de cruce de la Autopista del Sol, se tiene un encauzamiento con gaviones revestidos con shotcrete que se extiende aproximadamente hasta 20 m aguas abajo de la salida de la alcantarilla.

Conforme lo que se observa en terreno, posterior a este encauzamiento, existía una estructura disipadora de energía que permitía salvar el desnivel de 4 m que existe entre el encauzamiento y el cauce del canal Santa Marta aguas abajo de la alcantarilla. Esta estructura disipadora consistía en gradas de bajada y estaba conformada por gaviones revestidos con shotcrete. Casi en su totalidad la estructura ha desaparecido y se observa una fuerte socavación del lecho y sus riberas. En la siguiente figura se puede apreciar la situación descrita.

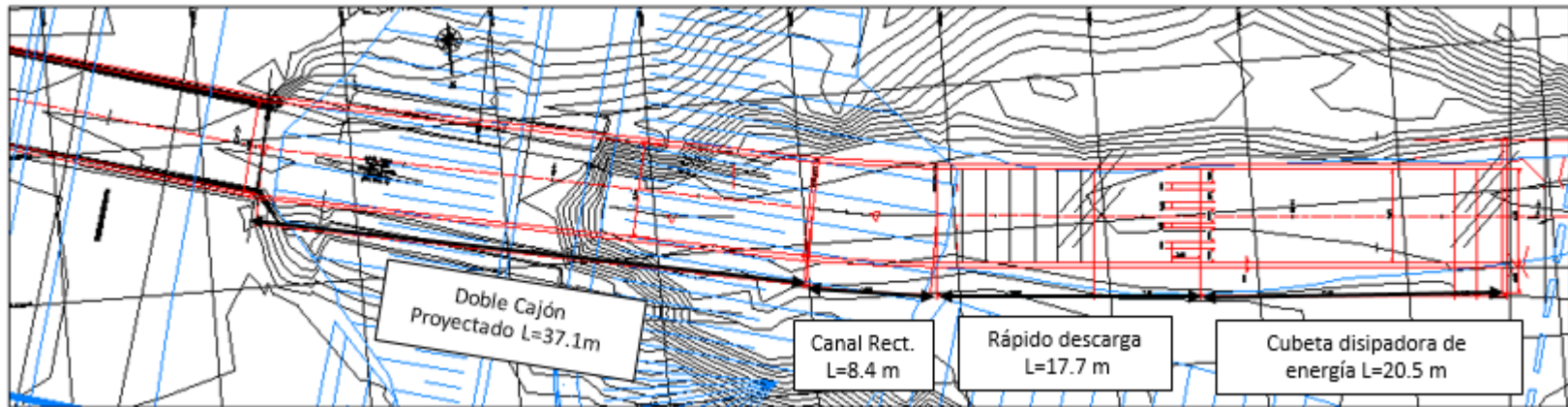


**FIGURA 11-10: BOCA DE SALIDA ALCANTARILLA DE CRUCE CANAL SANTA MARTA BAJO AUTOPISTA DEL SOL.**

Fuente: Elaboración propia.

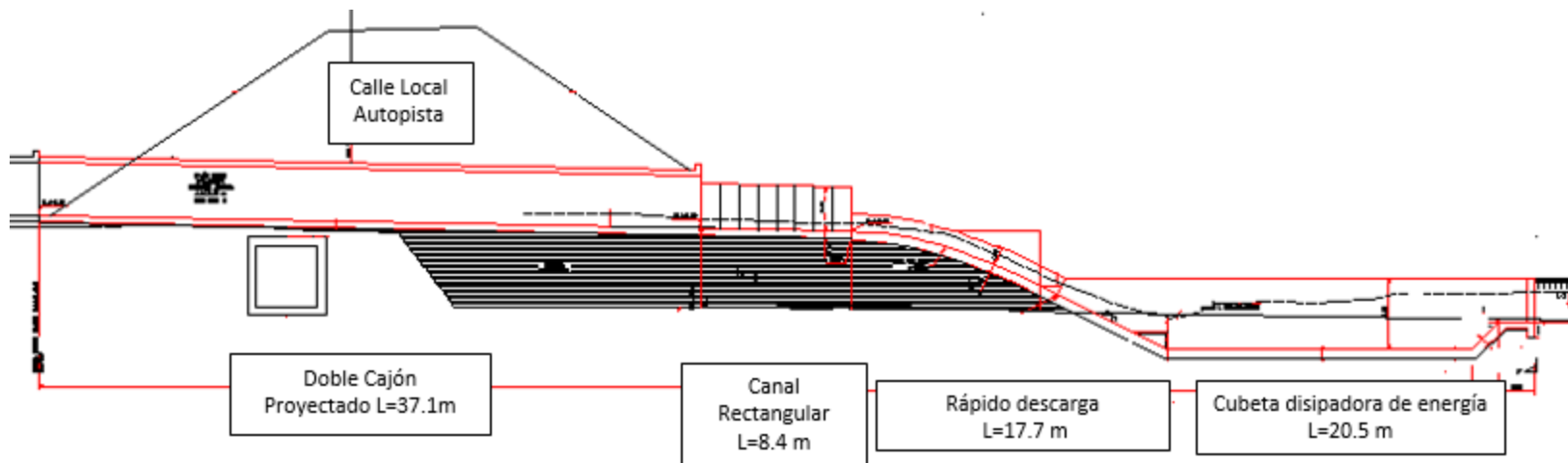
Para resolver este desnivel se proyecta un rápido de descarga en hormigón armado con una cubeta disipadora de energía al pie de ésta.

A la salida de la alcantarilla se proyecta un canal rectangular de ancho basal 6,35m hasta el término de la curva donde se inicia el rápido de descarga con la cubeta disipadora. En las siguientes figuras se puede apreciar la geometría de las obras descritas.



**FIGURA 11-11: VISTA EN PLANTA DE LA OBRA DE DESCARGA DE LONGITUD TOTAL 84 M.**

Fuente: Elaboración propia.



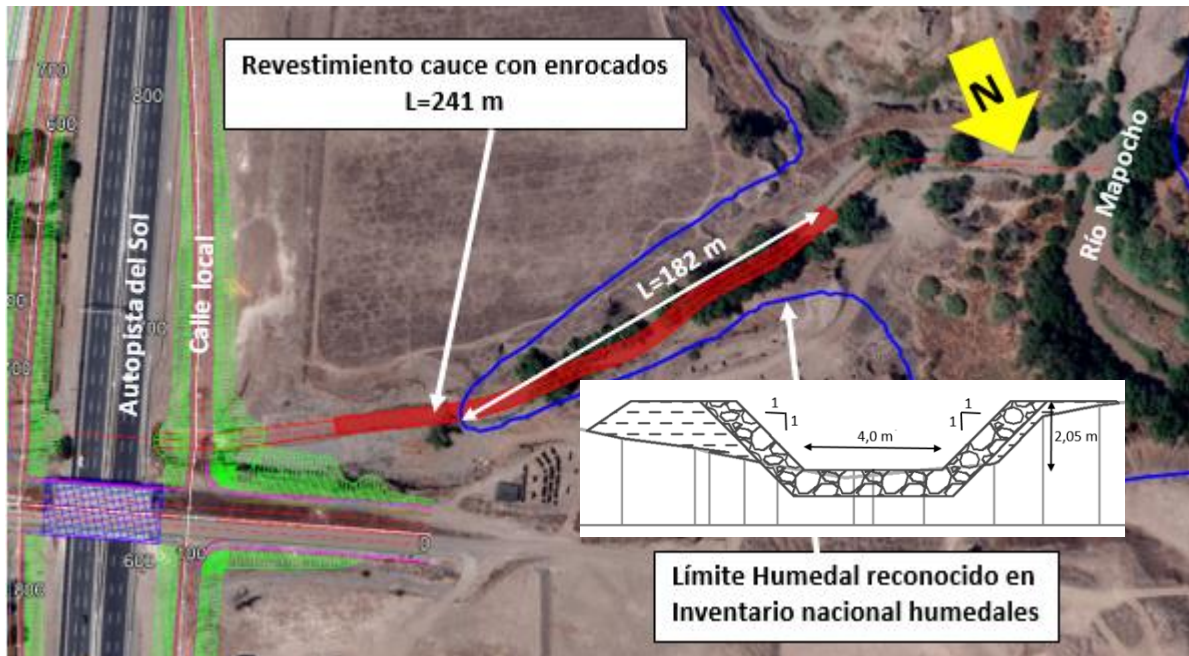
**FIGURA 11-12: PERFIL LONGITUDINAL DE LA OBRA DE DESCARGA DE LONGITUD TOTAL 84 M.**

Fuente: Elaboración propia.

### 11.3.7 Enrocado de protección.

El cauce aguas abajo de la obra de la cubeta disipadora de energía presenta una pendiente fuerte hasta la confluencia con el río Mapocho. El aumento de capacidad del canal Santa Marta producto del entubamiento de éste, aumento aproximadamente de 15 m<sup>3</sup>/s a 30 m<sup>3</sup>/s, generará una exigencia hidráulica mayor para el cauce (aumento de velocidad y altura de escurrimiento) que en las actuales condiciones de manera que se producirá un aumento en la socavación y al no haber recarga de sedimentos desde aguas arriba generará la degradación del lecho. Por lo anterior, se proyecta el revestimiento del lecho del cauce que se extenderá hasta el límite definido por la crecida centenaria del río Mapocho, es decir hasta el Dm 1+700.

La zona de emplazamiento de esta protección de enrocado ha sido reconocida como humedal en el Inventario Nacional de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente. En este contexto, y con el fin de evitar la impermeabilización del terreno se proyecta revestimiento con enrocado no consolidado. En la siguiente se muestra el límite del humedal declarado y la superposición de 182 m con el revestimiento proyectado.



**FIGURA 11-13: UBICACIÓN LÍNEA DE HUMEDAL RECONOCIDO Y ENROCADO PROYECTADO.**

Fuente: Elaboración propia.

### 11.3.8 Sumideros

Para esta Fase constructiva, se proyectan 32 sumideros que permiten que los caudales que escurren tanto por las calles contiguas al Canal Santa Marta, como por las calles perpendiculares a este, puedan ser captados y conducidos al interior del canal.

Los sumideros proyectados son tipo DOH y tienen una longitud de rejilla entre 1 m y 3 m, todos tendrán ventana lateral. Con rejillas de 1 m de longitud se proyectan 19 sumideros, 7 sumideros con rejilla de 2 m de longitud y 6 sumideros con rejilla de 3 m de longitud.

Con este diseño se pretende evitar la acumulación de aguas en puntos bajos y disminuir los anchos de inundación en los bordes de soleras.

La determinación del caudal de diseño de los sumideros proyectados se obtuvo a partir de los resultados de la modelación EPA SWMM 5, para T= 2 años y una duración de 24 horas, considerando la situación de uso de suelo actual.

#### **11.4 Interferencias y Modificaciones De Servicios**

Para la identificación de las interferencias se realizó el catastro de todos los servicios existentes en la faja del canal Santa Marta, información complementada con visitas a terrenos e información proporcionada por los servicios la cual se descargó a planos de planta y longitudinal del proyecto.

Con base en los antecedentes señalados, se detectaron las siguientes interferencias:

- Descargas de aguas lluvias, se detectaron 10 descargas las que serán repuestas en el proyecto de entubamiento.
- Cruces aéreos, se detectó un cruce que no necesita modificación ni refuerzo. Al momento de la construcción se tendrá que tomar las medidas de precaución necesarias para evitar cualquier daño.
- Metrogas. En el km 1+162 se ubica Tunnel Liner Proyectado por Metrogas de diámetro 1200 mm, para el cruce de dos tuberías de gas bajo el canal Santa Marta, no se considera requiere la modificación u obras especiales.
- Aguas Andinas. Existen interferencias con colector Maipú y emisario Farfana-Trebal, en ambos casos no se requirieron obras especiales.
- Agua Potable, se identificó 1 interferencia con infraestructura de SMAPA la que fue resuelta con refuerzo de hormigón.
- Aguas Servidas, se identificaron 3 interferencias con infraestructura de SMAPA las que fueron resueltas con refuerzos de hormigón.
- Autopistas del Sol, corresponde a la obra de cruce de la autopista ya descrita.
- Asociación de canales de Maipo, corresponde a la obra en el sector de descargar del canal Lo Espejo y Toma canal Lo Bosquino, obras ya descritas. Ambas presentadas y aprobadas por la asociación de canales del Maipo.
- Rotura y reposición de pavimentos. Para la materialización de los sumideros proyectados se requirió rotura y reposición de pavimentos proyectos que fueron presentados y aprobados por SERVIU.
- Socializado puente 4 Poniente. Proyecto de refuerzo mediante socializado del puente que fue presentado y aprobado por SERVIU.

## 11.5 Presupuesto

En el presente acápite a la estimación de los costos de construcción de las obras asociadas al entubamiento del canal Santa Marta en la Fase Constructiva II. Para la elaboración de los presupuestos de construcción de las distintas obras se utilizaron los precios unitarios elaborados por este Consultor durante el desarrollo de la presente Consultoría. Se presenta el presupuesto de la Fase Constructiva II.

### CUADRO 11-1: RESUMEN COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CANAL SANTA MARTA FASE CONSTRUCTIVA II

OBRAS ENTUBAMIENTO CANAL SANTA MARTA FASE II		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	161.269	5.695.721.583
GG y Utilidades (75%)	64.507	2.278.288.633
Subtotal (S/IVA)	225.776	7.974.010.216
IVA (19%)	42.897	1.515.061.941
<b>TOTAL</b>	<b>268.673</b>	<b>9.489.072.156</b>
CAMBIO DE SRVICIOS AP Y AS		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	74	2.614.960
GG y Utilidades (60%)	44	1.568.976
Subtotal (S/IVA)	118	4.183.935
IVA (19%)	24	794.948
<b>TOTAL</b>	<b>141</b>	<b>4.978.883</b>
ITEM	Total	
	UF	\$
<b>TOTAL</b>	<b>268.815</b>	<b>9.494.051.039</b>

IPC base de cálculo = 111.45, septiembre 2011

UF septiembre 2021 = \$ 29.942,8

UF noviembre 2023 = \$ 36.797,64

Porcentaje de GG y Utilidades fueron definidos por SMAPA.

Fuente: Elaboración propia.

## 11.6 Programa De Construcción

Debido a la condicionante determinadas por el escurrimiento permanente de aguas en el canal Santa Marta, para organizar la construcción, se ha considerado para cada Fase Constructiva un sólo frente de trabajo que se desarrollará desde aguas abajo hacia aguas arriba y estarán subdivididos en tramos.

La planificación conceptual propuesta para la ejecución de las obras del proyecto se basa en varios conceptos relevantes e interrelacionados.

- Minimizar el plazo de construcción, para lo cual se deberá disponer anticipadamente de toda la logística necesaria.
- Incluir en los equipos de trabajo, contratistas y mano de obra local que el contrato exija y haya disponible de modo de minimizar costos y tiempos de traslado.
- Verificar disponibilidad de material para rellenos.
- Se debe considerar dentro de la planificación, la ubicación de empréstitos de material de la calidad y disponibilidad requerida, sus propietarios, distancias, permisos ambientales, planes de manejo, etc.
- Eficiente manejo ambiental, en particular con los botaderos.
- Adecuado Plan de Seguridad Vial y Plan de Desvíos, en todas sus etapas: Diseño, aprobación e implementación.
- Temprana gestión de permisos para cambio de servicios y de intervención de fundaciones de los puentes (socalzado de estribos) existentes en el trazado del cajón de hormigón armado proyectado.

Para la construcción del cajón de hormigón armado 3,0 x 2,2 m (BxH), se considera construir módulos de 12 m de longitud.

Por otra parte, es importante destacar que la Asociación de Canales del Maipo ha informado que no es posible cortar el flujo por el canal Santa Marta por lo cual la construcción del entubamiento se deberá hacer con caudal permanente en el canal. Por lo anterior, se ha propuesto el desvío de las aguas mediante dos ductos de HDPE corrugado de D=1200 mm como se muestra en la secuencia constructiva de la figura siguiente. Esta limitante obliga a que la construcción sea con un solo frente de trabajo con avance desde aguas abajo hacia aguas arriba.

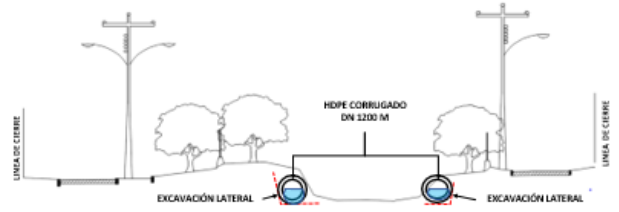
Para la evaluación, se supondrá que la construcción irá avanzando en tramos de 200 m de longitud de manera que se irán desplazando los tubos en la medida que se vayan terminado los tramos aguas abajo. Se ha considerado reutilizar tres veces los ductos HDPE.

Con los criterios señalados se elaboró la carta Gantt de construcción de la Fase Constructiva II cuya duración se ha estimado en 976 días.

**SITUACIÓN EXISTENTE**

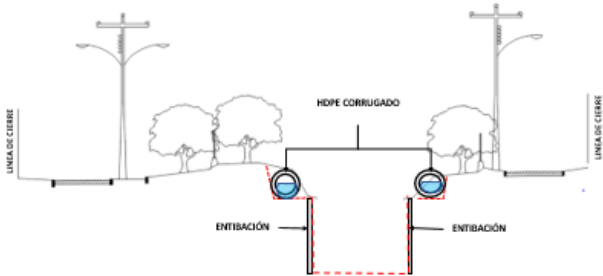


**ETAPA 1**



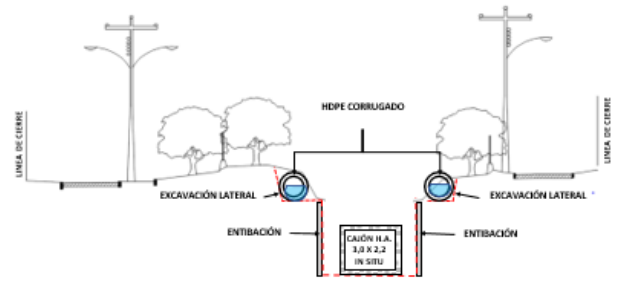
- ACTIVIDADES**
- 1.- Se realizan excavaciones laterales para emplazamiento de tuberías provisoria.
  - 2.- Se realiza montaje de tuberías de HDPE Corrugado Tipo Spiropecc D=1200mm.
  - 3.- Desvío provisorio de caudal por tuberías de HDPE Corrugado Tipo Spiropecc D=1200mm.

**ETAPA 2**



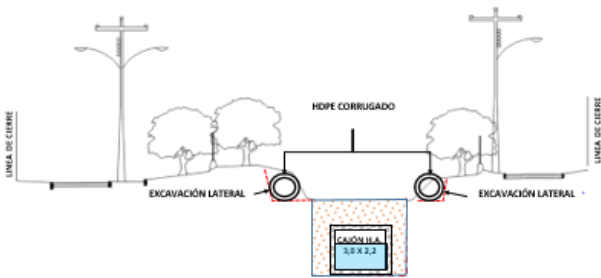
- ACTIVIDADES**
- 1.- Se realizan excavaciones con entibaciones, correspondientes a la construcción del cajón proyectado

**ETAPA 3**



- ACTIVIDADES**
- 1.- Se construye construye cajón proyectado

**ETAPA 4**



- ACTIVIDADES**
- 1.- Se desvía cauce del Canal Santa Marta por cajón proyectado.
  - 2.- Se realizan rellenos de acuerdo a ETE.

**SITUACIÓN PROYECTADA**



- ACTIVIDADES**
- 1.- Se desmontan tuberías provisoria de HDPE Corrugado.

**FIGURA 11-14: SECUENCIA CONSTRUCTIVA – CONSTRUCCIÓN CAJÓN EN SECCIÓN TIPO CAUCE CANAL.**

Fuente: Elaboración propia.

## 12 FASE CONSTRUCTIVA III - DISEÑO DEFINITIVO

### 12.1 Generalidades

La solución de proyecto de la Fase Constructiva III, se inicia inmediatamente aguas abajo del punto de descarga del colector Zona Sur en el canal Santa Marta y se extiende hasta empalmar con el inicio del cajón de la Fase Constructiva I. En la siguiente figura se muestra el tramo del canal Santa Marta que forma parte de este proyecto.



**FIGURA 12-1: UBICACIÓN DE PROYECTO FASE CONSTRUCTIVA III.**

Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño de las obras a nivel de ingeniería de detalle se han tenido presente los siguientes criterios generales:

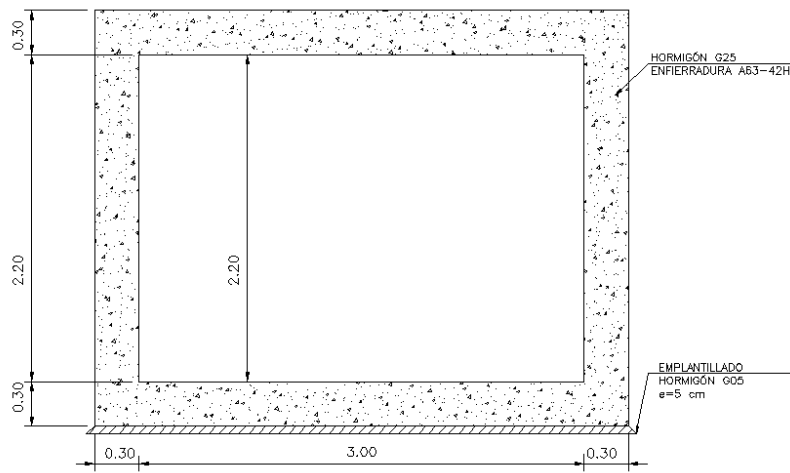
- Caudal de diseño se mantiene en 30 m<sup>3</sup>/s.
- Se mantienen las dimensiones interiores del cajón empleado en la Fases Constructivas I.2 y II, es decir, 3.0 m de base por 2.2 m de altura.

## 12.2 Descripción De Las Obras

A continuación, se describen las obras que conforman el entubamiento del Canal Santa Marta en la Fase Constructiva III.

### 12.2.1 Cajón de hormigón armado in situ.

Se contempla que la materialización del entubamiento del canal sea mediante un cajón de hormigón armado de ancho basal 3,0 m y altura interior de 2,2 m. El cajón se proyecta en hormigón grado G25 y sus dimensiones se muestran en la siguiente figura.

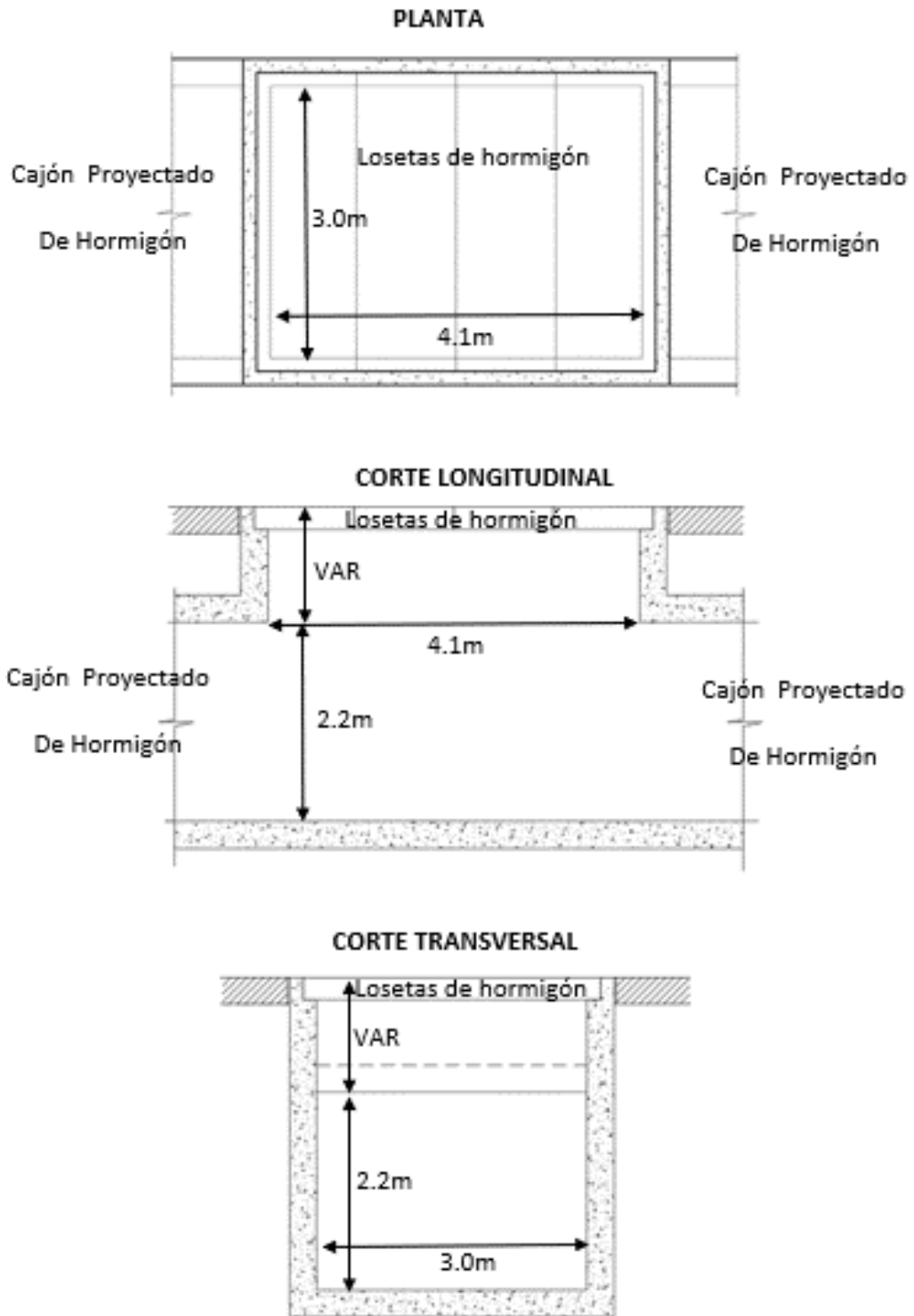


**FIGURA 12-2: SECCIÓN CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO.**

Fuente: Elaboración propia.

### 12.2.2 Cámara de limpieza.

Con el fin de lograr una adecuada mantención del canal, se proyectan cámaras de limpieza cada 100 aproximadamente. La particularidad de estas cámaras es que en su parte superior se considera una abertura de 4,10 m por 3,0 m cubierta con losetas. Por esta abertura se permitirá el ingreso de maquinaria de limpieza (Bobcat) para la adecuada mantención del canal.

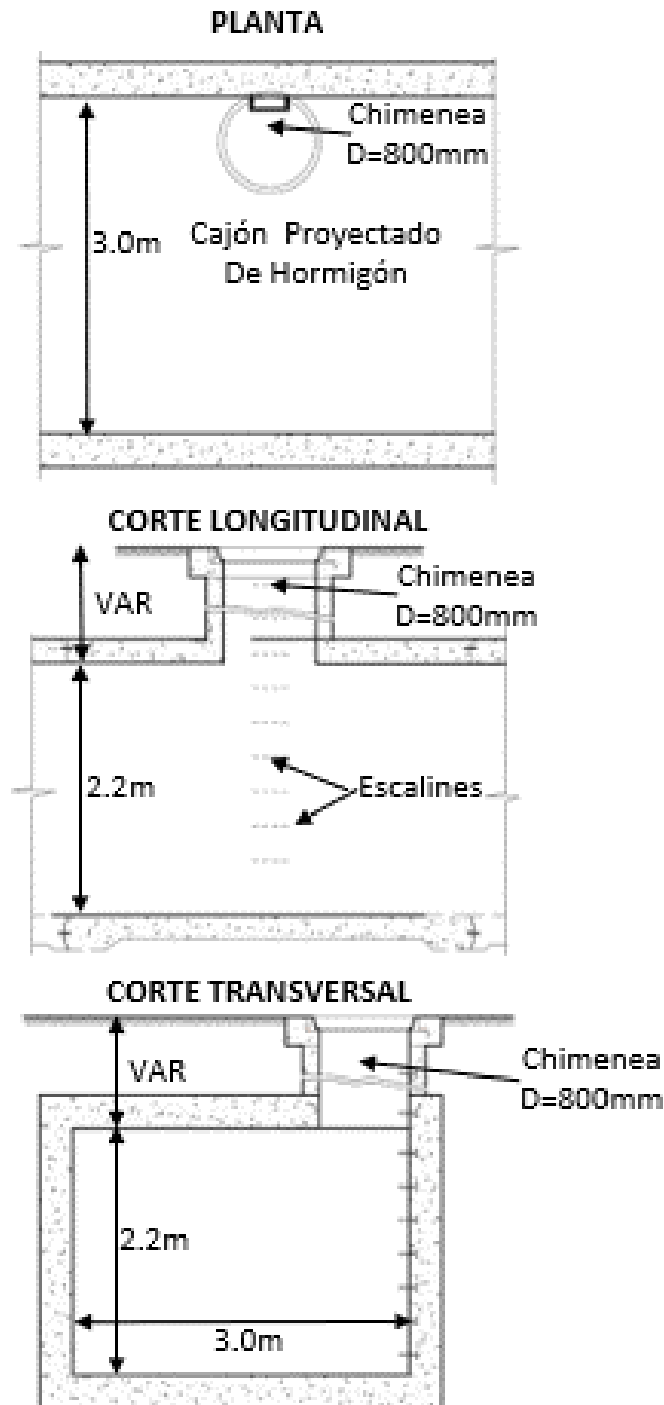


**FIGURA 12-3: CÁMARA DE LIMPIEZA.**

Fuente: Elaboración propia.

### 12.2.3 Chimeneas de inspección.

Estas obras tienen por objetivo permitir el ingreso del personal para inspeccionar el entubamiento. Consisten básicamente en una chimenea de  $D=0,8$  m.



**FIGURA 12-4: CHIMENEA DE INSPECCIÓN**

Fuente: Elaboración propia.

#### 12.2.4 Inicio del tramo.

El Dm 0 de este tramo se ubica en el punto de descarga del colector Zona Sur en el canal Santa Marta. Este punto se ubica bajo la canoa del Canal Lo Espejo que a su vez posee compuertas que permiten descargas hacia el canal Santa Marta.

Con el fin de disipar energía, en el punto de descarga del canal Lo Espejo en el canal Santa Marta, existe una cubeta disipadora con una grada de subida con el fin de contener el resalto y las turbulencias que podrían provocar socavaciones en el cauce de tierra del canal Santa Marta. En la siguiente figura se muestra la obra de descarga existente del canal Lo Espejo en canal Santa Marta.

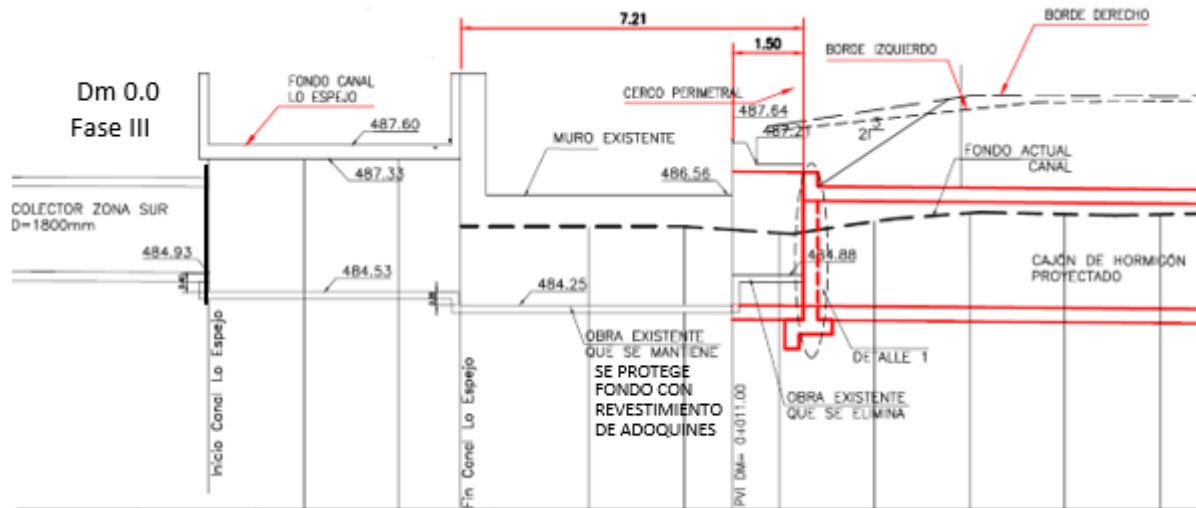


**FIGURA 12-5: DESCARGA CANAL LO ESPEJO EN CANAL SANTA MARTA CON COMPUERTAS NORTE ABIERTAS.**

Fuente: Elaboración propia.

Bajo la canoa del canal Lo Espejo, donde se emplazan las compuertas se ubica el tubo de descarga del colector Zona Sur.

Considerando que el mejoramiento considera entubamiento con cajón de hormigón, ya no se requiere la obra disipadora. De esta manera, se contempla eliminar la grada de subida y empalmar directamente el fondo de la cubeta con el entubamiento proyectado, como se puede apreciar en la figura siguiente.



**FIGURA 12-6: EMPALME ESTRUCTURA EXISTENTE CON INICIO ENTUBAMIENTO CANAL FASE CONSTRUCTIVA III**

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando que para bajos caudales el colchón de agua será mínimo, se contempla proteger el radier existente en el sector de descarga del canal Lo Espejo con adoquines.

#### 12.2.5 Fin del tramo.

La Fase Constructiva III empalma con el inicio de la Fase I.3. Al respecto se debe recordar que la Fase I.3 se inicia con una obra de disipación consistente en gradas de bajada. Para empalmar los fondos de los entubamientos de ambas Fases Constructivas, se requiere demoler la obra disipadora.

#### 12.2.6 Sumideros

Los sumideros proyectados tienen por objetivo captar los caudales que escurren tanto por las calles contiguas al Canal Santa Marta, como por las calles perpendiculares a este, evitando la acumulación de aguas en los puntos bajos y disminuyendo los anchos de inundación en los bordes de soleras. Las aguas captadas por estos sumideros son conducidas por tuberías de HDPE y descargadas en el canal Santa Marta.

Se proyectan 9 sumideros, del tipo DOH y con longitudes de rejilla entre 1 m y 3 m, todos tendrán ventana lateral. Se proyectan 3 sumideros con rejilla de 1 m de longitud y 6 con rejilla de 2 m de longitud.

Con este diseño se pretende evitar la acumulación de aguas en puntos bajos y disminuir los anchos de inundación en los bordes de soleras. Para cumplir con el objetivo planteado, a continuación, se presentan las consideraciones adoptadas y el dimensionamiento de las obras requeridas.

### **12.3 Interferencias y Modificaciones de Servicios**

Para la identificación de las interferencias se realizó el catastro de todos los servicios existentes en la faja del canal Santa Marta, información complementada con visitas a terrenos e información proporcionada por los servicios. Con base en los antecedentes señalados, se detectaron las siguientes interferencias que fueron resueltas durante el desarrollo del proyecto:

- Descargas de aguas lluvias y riego. Se detectaron 7 descargas las que se repondrán en el proyecto de entubamiento.
- Accesos vehiculares y peatonales, se identificaron 7. Al momento de la construcción se deberá tener la precaución de mantener la accesibilidad mediante obras temporales.
- Cruces aéreos, se identificaron 6. No interfieren con el proyecto. Al momento de la construcción se tendrá que tomar las medidas de precaución necesarias para evitar cualquier daño.
- Nitroducto, emplazado aproximadamente en el Dm 0+142, por su profundidad no interfiere con el proyecto de entubamiento no requiere obras de protección.
- Oleoducto ENAP, emplazado en el Dm 0+678 del proyecto de entubamiento. El cajón proyectado pasa bajo este oleoducto, se debe tener precaución con los rellenos.
- Oleoducto SONACOL, ubicado en el 1+225, próximo a la intersección de las calles Tres Poniente con Las Industrias. La rasante del proyecto de entubamiento quedó condicionada para evitar interferencia con este oleoducto.
- Agua Potable, se identificaron 3 interferencias, el entubamiento pasa bajo la infraestructura de SMAPA. Las soluciones planteadas fueron visadas y aprobadas por SMAPA.
- Aguas Servidas, no se identificaron interferencias.
- Canal Lo Espejo, interferencia cuya solución fue descrita y tramitada ante la Asociación Canales de Maipo
- Las roturas y reposiciones de pavimentos requeridas para la instalación de sumideros y eliminación de puente en Tres Poniente con las industrias fueron tramitadas y aprobadas por SERVIU. Transformación y/o eliminación de puentes.

### **12.4 Presupuesto**

En el presente acápite a la estimación de los costos de construcción de las obras asociadas al entubamiento del canal Santa Marta en la Fase Constructiva III. Para la elaboración de los presupuestos de construcción de las distintas obras se utilizaron los precios unitarios elaborados por este Consultor durante el desarrollo de la presente Consultoría. Se presenta el presupuesto de la Fase Constructiva III.

**CUADRO 12-1: RESUMEN COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CANAL SANTA MARTA FASE  
CONSTRUCTIVA III**

OBRAS ENTUBAMIENTO CANAL SANTA MARTA FASE III		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	207.544	7.330.069.058
GG y Utilidades (75%)	83.017	2.932.027.623
Subtotal (S/IVA)	290.561	10.262.096.681
IVA (19%)	55.207	1.949.798.369
<b>TOTAL</b>	<b>345.768</b>	<b>12.211.895.050</b>
CAMBIO DE SRVICIOS AP Y AS		
ITEM	Total	
	UF	\$
Costo Directo Obras	880	31.081.923
GG y Utilidades (60%)	528	18.649.154
Subtotal (S/IVA)	1.408	49.731.077
IVA (19%)	268	9.448.905
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>59.179.982</b>
ITEM	Total	
	UF	\$
<b>TOTAL</b>	<b>347.443</b>	<b>12.271.075.032</b>

IPC base de cálculo = 111.45, septiembre 2011

UF septiembre 2021 = \$ 29.942,8

UF noviembre 2023 = \$ 36.797,64

Porcentaje de GG y Utilidades fueron definidos por SMAPA.

Fuente: Elaboración Propia.

## 12.5 Programa De Construcción

Debido a la condicionante determinadas por el escurrimiento permanente de aguas en el canal Santa Marta, para organizar la construcción, se ha considerado un sólo frente de trabajo que se desarrollará desde aguas abajo hacia aguas arriba y estarán subdivididos en tramos.

La planificación conceptual propuesta para la ejecución de las obras del proyecto se basa en varios conceptos relevantes e interrelacionados.

- Minimizar el plazo de construcción, para lo cual se deberá disponer anticipadamente de toda la logística necesaria.
- Incluir en los equipos de trabajo, contratistas y mano de obra local que el contrato exija y haya disponible de modo de minimizar costos y tiempos de traslado.
- Verificar disponibilidad de material para rellenos.

- Se debe considerar dentro de la planificación, la ubicación de empréstitos de material de la calidad y disponibilidad requerida, sus propietarios, distancias, permisos ambientales, planes de manejo, etc.
- Eficiente manejo ambiental, en particular con los botaderos.
- Adecuado Plan de Seguridad Vial y/o Plan de Desvíos, considerando todas sus etapas: Diseño, aprobación por MOP y Municipalidad y su implementación.
- Temprana gestión de permisos para cambio de servicios y de intervención de fundaciones de los puentes (socalzado de estribos) existentes en el trazado del cajón de hormigón armado proyectado.

Para la construcción del cajón de hormigón armado 3,0 x 2,2 m (BxH), se considera construir módulos de 12 m de longitud.

Por otra parte, es importante destacar que la Asociación de Canales del Maipo ha informado que no es posible cortar el flujo por el canal Santa Marta por lo cual la construcción del entubamiento se deberá hacer con caudal permanente en el canal. Por lo anterior, se ha propuesto el desvío de las aguas mediante dos ductos de HDPE corrugado de D=1200 mm como se muestra en la secuencia constructiva de la figura siguiente. Esta limitante obliga a que la construcción sea con un solo frente de trabajo con avance desde aguas abajo hacia aguas arriba.

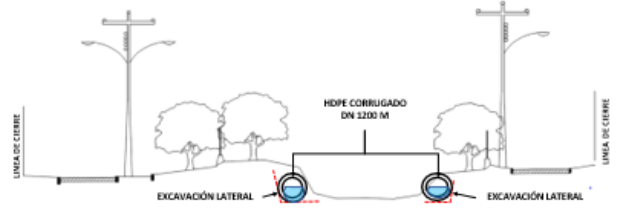
Para la evaluación, se supondrá que la construcción irá avanzando en tramos de 200 m de longitud de manera que se irán desplazando los tubos en la medida que se vayan terminando los tramos aguas abajo. Se ha considerado reutilizar tres veces los ductos HDPE.

Con los criterios señalados se elaboró la carta Gantt de construcción de la Fase Constructiva II cuya duración se ha estimado en 1053 días.

**SITUACIÓN EXISTENTE**



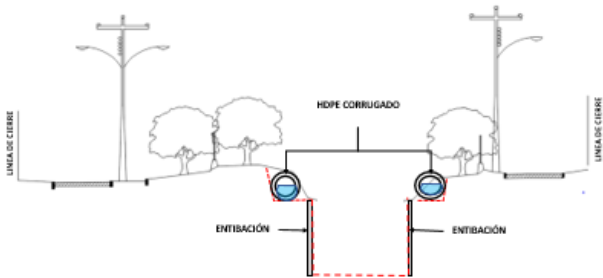
**ETAPA 1**



**ACTIVIDADES**

- 1.- Se realizan excavaciones laterales para emplazamiento de tuberías provisoria.
- 2.- Se realiza montaje de tuberías de HDPE Corrugado Tipo Spiropecc D=1200mm.
- 3.- Desvío provisorio de caudal por tuberías de HDPE Corrugado Tipo Spiropecc D=1200mm.

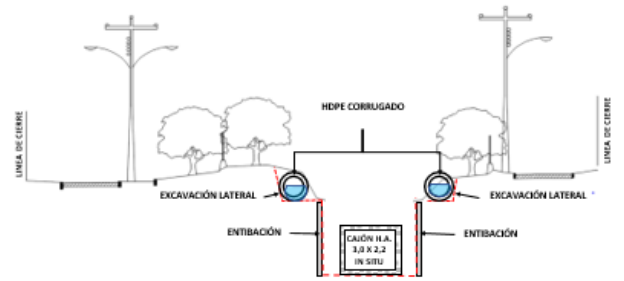
**ETAPA 2**



**ACTIVIDADES**

- 1.- Se realizan excavaciones con entibaciones, correspondientes a la construcción del cajón proyectado

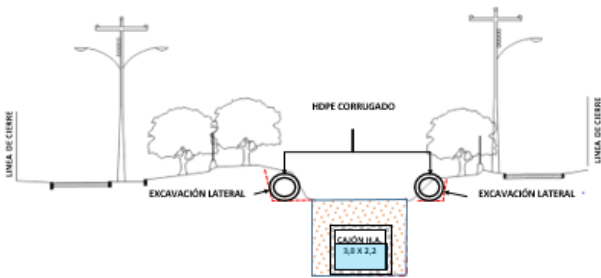
**ETAPA 3**



**ACTIVIDADES**

- 1.- Se construye construye cajón proyectado

**ETAPA 4**



**ACTIVIDADES**

- 1.- Se desvía cauce del Canal Santa Marta por cajón proyectado.
- 2.- Se realizan rellenos de acuerdo a ETE.

**SITUACIÓN PROYECTADA**



**ACTIVIDADES**

- 1.- Se desmontan tuberías provisoria de HDPE Corrugado.

**FIGURA 12-7: SECUENCIA CONSTRUCTIVA – CONSTRUCCIÓN CAJÓN EN SECCIÓN TIPO CAUCE CANAL.**  
Fuente: Elaboración propia.

## **13 ACTUALIZACIÓN EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### **13.1 Generalidades**

Dentro de los alcances de esta consultoría se contempla la actualización de la evaluación económica del canal Santa Marta, presentada en ARRAU (2018). Los alcances de esta actualización, conforme a los acuerdos alcanzados en reunión sostenida entre la DOH, MDSyF y el Consultor, son los siguientes.

- Se mantiene como base los beneficios obtenidos en la evaluación económica del proyecto del canal Santa Marta presentado en el estudio ARRAU (2018), asociados al Escenario N°3.
- Se mantienen los resultados de la modelación SWMM del estudio ARRAU (2018) asociados a los niveles de inundación que se presentan en las planillas de beneficios.
- Se actualizan los precios asociados a los beneficios presentados en el estudio de ARRAU (2018).
- Se actualizan los costos y programación de la construcción del canal Santa Marta conforme a los resultados obtenidos en la presente Consultoría

En lo que sigue, se presenta la actualización de la evaluación económica del proyecto de entubamiento del canal Santa Marta. Es importante señalar que la actualización de la evaluación económica se aplica a las Fases Constructivas I, II y III. Se excluyen de esta actualización las obras tardías correspondientes a las Fases I.1, I.2 e I.3.

La actualización de la evaluación económica se basa en lo realizado en el estudio de Arrau Ingeniería citado anteriormente, haciendo uso de las planillas de cálculo utilizadas en él, considerando los beneficios ahí establecidos, pero actualizando parámetros económicos y el valor de las obras, considerando las condiciones de mercado actuales y las fases constructivas de ellas.

Los resultados del modelo de simulación SWMM presentados en la evaluación económica de ARRAU (2018), para tormentas de períodos de retorno 2; 5; 10; 25 y 100 años y duraciones de lluvia de 1; 6; 12 y 24 horas que contemplan 20 eventos en total, no se modifican, así como las alturas de inundación sin y con proyecto, que son los elementos básicos para estimar los diferentes tipos de daños para ambas situaciones.

### **13.2 Beneficios Del Canal Santa Marta**

Los beneficios asociados al Canal Santa Marta en lo que se refiere a evitar o disminuir los problemas derivados de las inundaciones provocadas por las aguas lluvias corresponden a la diferencia de los daños existentes entre las situaciones sin y con proyecto.

Los tipos de daños considerados están claramente definidos en la Guía de Evaluación del MDSyF, indicándose a su vez la forma de calcularlos y los parámetros que se debe considerar para determinarlos. Todas las definiciones entregadas por ese documento fueron utilizadas en el modelo de evaluación preparado en el estudio de ARRAU (2018).

A continuación, se señalan los beneficios evaluados:

- Propiedades residenciales
- Terrenos baldíos anegadizos
- Propiedades comerciales
- Propiedades industriales
- Establecimientos públicos e institucionales
- Reparación de vehículos
- Costo generalizado de viaje (CGV)
- Infraestructura vial
- Ausentismo laboral
- Ausentismo escolar
- Gastos de emergencia y mantención

### **13.3 Egresos Del Canal Santa Marta**

En el estudio de factibilidad las inversiones en las obras propuestas para el Canal Santa Marta ascendieron a 220.952 UF, lo que se complementó con costos de mitigación ambiental por 1.751 UF. La construcción de las obras se desarrollaba sólo en el primer año de la evaluación. La moneda utilizada es la del 2 de Noviembre de 2016, con una UF equivalente a \$26.264,90. El factor empleado para transformar los precios de mercado a precios sociales es 0,915, el que también será utilizado en esta actualización.

El período de construcción de las obras totales para el Canal (5.410 m) que se establece en el presente estudio corresponde a 4 años, que incluye 3 Fases: la Fase Constructiva I, de 1.800 m, demora 2 años; la Fase Constructiva II, de 1.765 m, que se ejecuta conjuntamente con la Fase Constructiva III, de 1.845 m, se efectúan en paralelo, demorando 2 años entre ambas. Las Fases Constructivas II y III se inician una vez finalizada la construcción de la Fase I.

La moneda utilizada para estimar el presupuesto de las obras es de Septiembre de 2021, con un IPC base de 111,45 y una UF equivalente a \$29.942,80.

El presupuesto de las obras (incluyendo los costos ambientales) considera un 40% por gastos generales y utilidad del Contratista, y asciende a 19.418,37 millones de pesos, a precios privados, equivalente a 648.515,57 UF. El detalle del presupuesto se presenta en el Anexo 5. A precios sociales el presupuesto total corresponde a 17.767,81 millones de pesos, o 593.391,75 UF.

El desglose del presupuesto en las 3 Fases Constructivas, a precios sociales, es el siguiente:

- Fase Constructiva I	209.168,82 UF
- Fase Constructiva II	178.488,34 UF
- Fase Constructiva III	205.734,59 UF

Además de las inversiones, entre los egresos del proyecto debe incluirse los costos anuales de operación y mantención de las obras. Al igual que en el estudio de factibilidad se considerará un 0,5% de la inversión, por lo que este gasto anual alcanza a 2.966,96 UF cuando la obra ya esté completamente construida y funcionando.

### **13.4 Evaluación Económica**

Considerando los beneficios y egresos asociados a las obras propuestas para el Canal Santa Marta, corresponde desarrollar la correspondiente evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto.

Los beneficios del proyecto corresponden a los que se perciben por una sola vez, al inicio de la construcción de las obras, e incluyen a los sitios eriazos (0 UF), propiedades comerciales (22.704 UF), industria (334.074 UF) y establecimientos públicos (0 UF).

Deben considerarse también los beneficios que se perciben anualmente, que incluyen los daños en viviendas (93.724 UF), la reparación de vehículos (25.054 UF), el CGV (0 UF), la infraestructura vial (54 UF), ausentismo laboral (3.429 UF), el ausentismo laboral (224 UF) y los gastos de emergencia y mantención (5.000 UF). Estos beneficios comienzan a percibirse desde que termina de construirse la Fase Constructiva I, desde el tercer período de la evaluación (un 33,3%, que es equivalente al porcentaje de esta Fase en el presupuesto total de las obras) y el 100% desde el año en que finaliza la etapa constructiva.

El flujo de la inversión a precios sociales, de acuerdo a las Fases Constructivas, es el siguiente:

- Año 0	104.584,41 UF
- Año 1	104.584,41 UF
- Año 2	192.111,47 UF
- Año 3	192.111,47 UF

Para las obras se considera una vida útil de 50 años, por lo que en el último año de la evaluación (año 30), se incluye el valor residual de las mismas.

Considerando la tasa de actualización para las evaluaciones sociales que define el MDSyF, se utiliza una tasa de 6%.

En el Cuadro 12.1 se presenta el flujo neto, con el cual se han determinado los indicadores económicos valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). El valor que se obtiene para el VAN es 1.431.936,71 UF, mientras que la TIR, dada la configuración del flujo neto, es indeterminada.

De los resultados obtenidos en esta evaluación económica preliminar se concluye que el proyecto es rentable.

### 13.5 Análisis de sensibilidad

Se ha realizado un análisis de sensibilidad para apreciar la modificación de los indicadores económicos ante variaciones de los principales parámetros.

Considerando el resultado alcanzado, que muestra que el proyecto es muy rentable, el análisis se circunscribe a modificar los parámetros en el sentido de disminuir la rentabilidad. Así es como se recalculan los indicadores aumentando los egresos (inversión y costos de mantención) en 10% y 20%, y reduciendo los beneficios en un 10% y 20%.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad.

**CUADRO 13-1: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Variación	Indicadores Económicos	
	VAN (UF)	TIR (%)
Egresos +10%	1.379.518,96	Indeterminado
Egresos +20%	1.327.101,22	Indeterminado
Beneficios -10%	1.236.325,29	Indeterminado
Beneficios -20%	1.040.713,88	Indeterminado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de sensibilidad indican que el proyecto sigue siendo rentable pese a las modificaciones realizadas. Sin embargo, ellos son más sensibles ante la disminución de los beneficios que al aumento de los egresos. En efecto, si los egresos se elevan un 20%, la rentabilidad cae un 7,32%, pero si los beneficios disminuyen un 20%, la rentabilidad cae un 27,32%.

Adicionalmente se ha calculado que los beneficios pueden disminuir hasta un 73,20% para que el VAN sea igual a 0.

## 14 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG)

La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) ha desarrollado una plataforma de divulgación de datos geospaciales asociados a los Sistemas de Información de Aguas Lluvia (SIALL), con el fin de mantener la información actualizada, organizada y de fácil acceso.

En este contexto la actividad desarrollada corresponde a la actualización del SIALL de la DOH con las obras proyectadas en el marco del diseño definitivo de evacuación de aguas lluvias del Canal Santa Marta en la comuna de Maipú, Región Metropolitana. Al respecto es importante señalar que la información expuesta corresponde a las Fases Originales I, II y III quedando excluidas las obras tardías asociadas a las fases I.1, I.2 e I.3.

Para la realización de los productos y su integración al Sistema de Información Geográfica se trabajó utilizando la metodología definida por la DOH con la intención de facilitar su incorporación a la base de datos general de la dirección.

Todos los procesamientos de datos fueron realizados en el software para análisis espacial ArcGIS Desktop en su versión 10.8. Por otra parte toda la información fue trabajada en el sistema de proyección UTM, Datum WGS84, huso 19 sur.

La información se presenta organizada en formato de geodatabase (.gdb), la cual permite almacenar y presentar los datos geospaciales de forma ordenada y en coherencia con las fases del proyecto. A su vez se incluye un proyecto ArcMap (.mxd) el cual presenta toda la información que se encuentra incluida en la geodatabase.

A su vez se incorporaron 4 bookmarks que permiten el rápido acceso al detalle de cada una de las fases del proyecto, los cuales fueron nombrados de la siguiente forma:

- FASE I: visualización de la proyección de la primera fase del proyecto
- FASE II: visualización de la proyección de la segunda fase del proyecto
- FASE III: visualización de la proyección de la tercera fase del proyecto
- PROYECTO CANAL SANTA MARTA: visualización de la totalidad del proyecto

## 15 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

El informe de análisis ambiental para el canal Santa Marta se desarrolla en base al proyecto original que contempla las Fases Constructivas I, II y III desarrolladas a nivel de ingeniería de detalle, quedando excluidas de este análisis el proyecto modificado asociado a las Fases I.1, I.2 e I.3.

En este contexto, se ha elaborado el “**Estudio de Análisis Ambiental**” (EAA), el cual tiene por objeto analizar los diferentes elementos ambientales, de modo de evaluar todas las temáticas ambientales en la fase de diseño, contemplándolo como proyecto integral y definiendo los correspondientes factores ambientales. Este documento corresponde al **Informe Final del EAA** del Proyecto, cuyo contenido corresponde a: 1) Descripción del proyecto, línea de base, análisis e identificación de impactos; 2) Marco legal y plan de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable; 3) Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA; 4) Plan de Manejo Ambiental y control de molestias a la comunidad, 5) Fichas resumen de los contenidos del Plan de Cumplimiento. Plan de Manejo Ambiental y Control de Molestias y Plan de Seguimiento, y 6) Especificaciones Ambientales Especiales (EAE), costos y Bases de Medición y Pago (BMP).

De acuerdo con la descripción de Proyecto, para materializar las obras de mejoramiento de evacuación de aguas lluvias en el Canal Santa Marta, se requerirá llevar a cabo acciones de rotura y reposición de pavimento en la ciudad, movimiento de tierra y excavaciones, despeje de vegetación, habilitación y montaje de estructuras, entre otras, así como también se requerirá habilitar una instalación de faenas cercana al Proyecto, para luego desmovilizarla. Luego, en la operación se llevarán a cabo actividades de inspección y mantención del canal, el cual funcionará ante eventos de precipitación en el sector sur poniente de la ciudad de Santiago. En el presente informe se describen las partes, acciones y obras contempladas, separando las obras para cada fase constructiva.

En concordancia con lo anterior, el Proyecto requerirá de diversos suministros (agua potable e industrial, energía eléctrica, combustibles, materiales de construcción, etc.), así como también generará residuos de naturaleza líquida (aguas servidas), sólida (domiciliarios e industriales), emisiones atmosféricas y ruido. Por su naturaleza, se deberán dar cumplimiento a las disposiciones normativas sectoriales y ambientales, las que se describen en detalle en el presente documento, indicando: materia regulada, fase en la que aplica la normativa, relación con el Proyecto, forma de cumplimiento, indicador que acredita su cumplimiento y forma de control y seguimiento.

Además, de acuerdo con la descripción de proyecto, instructivos técnicos y disposiciones normativas vigentes respecto de las tipologías de proyectos susceptibles a generar impacto, y por tanto, que deben ser sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se concluye que el Proyecto no debe ser ingresado a dicho Sistema, puesto que corresponde a un proyecto de manejo de aguas lluvias que no se conecta con sistemas de alcantarillados (literales “a” y “o” del Reglamento del SEIA, RSEIA, D.S. N° 40/2013 del MMA); porque no modificará cauces naturales (literal “a.4” del Reglamento del SEIA, RSEIA, D.S. N° 40/2013 del MMA), porque no se localiza dentro de un humedal urbano declarado (literal “p” del Reglamento del SEIA, RSEIA, D.S. N° 40/2013 del MMA) y porque no

alterará las condiciones físicas, químicas, biológicas y las interacciones del humedal urbano río Mapocho (literal “s” del Reglamento del SEIA, RSEIA, D.S. N° 40/2013 del MMA).

Las partes, acciones y obras contempladas en el presente Proyecto modificarán o se relacionarán (de alguna forma y magnitud) con diversos componentes del medio ambiente. El presente EAA analiza antecedentes bibliográficos sobre el medio físico (clima y meteorología, suelos, hidrografía e hidrología superficial, calidad de aguas y ruido), medio biótico (flora y vegetación, fauna terrestre y acuática), medio humano, construido y uso de suelo, y patrimonio arqueológico y cultural. Los datos bibliográficos fueron complementados con campañas de terreno en otoño, invierno y primavera del 2021, donde se ejecutaron inspecciones pedestres de flora, vegetación, fauna, arqueología y medio humano, así como muestreo y análisis en laboratorio de calidad del agua, y muestreos in situ de la biota acuática.

En base a la descripción del Proyecto y los análisis de Línea de Base ambiental generadas en el EAA, se logró definir que este Proyecto generará once impactos ambientales, la mayor parte (nueve) en la fase de construcción y sólo dos en la de operación. Los componentes impactados serán suelos, ruido y calidad del agua (de Medio Físico), flora y vegetación, fauna terrestre y biota acuática (de Medio Biótico), Patrimonio Arqueológico y Cultural, y Medio Humano (alteración de la calidad de vida por emisiones de polvo y ruido, y alteración al comercio, transporte y flujos). Mediante la metodología de evaluación de impacto aplicada en el presente EAA, se determinó que el Proyecto no generará impactos significativos sobre el medio ambiente. Todos los impactos fueron valorizados como de baja magnitud, excepto aquellos sobre Medio Humano, Fauna Terrestre y Biota Acuática, los que fueron evaluados como de mediana magnitud.

Mediante la determinación de las acciones relativas a la normativa ambiental sectorial aplicable y los impactos evaluados, se definieron los Planes de Manejo Ambientales pertinentes (de manejo normativo, ambiental y control de molestias) para el presente Proyecto, así como las Especificaciones Ambientales Especiales (EAE), sus costos y respectivas Bases de Medición de Pago (BMP).

## 16 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Es importante señalar que la Participación Ciudadana (PAC) para el canal Santa Marta se desarrolla en base al proyecto original que contempla las Fases Constructivas I, II y III, quedando excluidas de esta actividad el proyecto modificado asociado a las Fases I.1, I.2 e I.3.

El Plan de Participación Ciudadana desarrollado en este estudio, se inició en marzo del 2021 con la caracterización socio territorial del área de estudio, lo que permitió construir el catastro de actores y su caracterización, información que se fue actualizando en cada informe.

En este estudio se realizaron 20 entrevistas semiestructuradas que permitieron conocer las percepciones de los actores relevantes, identificar y caracterizar las problemáticas existentes en materia de aguas lluvias dentro del área de estudio, aportar a la caracterización de los actores relevantes del territorio y conocer potenciales conflictos que pudieran surgir en relación con las futuras obras.

Las reuniones de inicio se realizaron el día 18 de mayo de 2021, con las instituciones relacionadas con el proyecto y con la comunidad, ambas de forma virtual.

El 28 de junio de 2021 asumieron nuevas autoridades municipales, por lo cual se coordinó la presentación del proyecto con fecha 23 de septiembre de 2021, de forma virtual. Además, se realizaron cinco reuniones por solicitud de la comunidad.

Los encuentros finales se realizaron el día 06 de abril de 2023. A las 11:00 hrse el encuentro interinstitucional se realizó de forma virtual y a las 19:00 hrs el encuentro con la comunidad que se realizó de forma presencial.

Desde la perspectiva del enfoque de género las principales brechas e inequidades detectadas fueron las siguientes:

**CUADRO 16-1 PERSPECTIVA DE GÉNERO BRECHAS, BARRERAS E INEQUIDADES**

<b>BRECHAS</b>	<b>BARRERAS</b>	<b>INEQUIDADES</b>
Dificultad de las mujeres al acceso a los recursos y oportunidades económicas	El Estado no provee de las acciones necesarias para asegurar el acceso igualitario de las mujeres a la educación superior.	Mujeres no acceden a completar la educación formal o a la educación superior
Dificultad en la participación social igualitaria en la esfera local	La disponibilidad de tiempo y espacio para la participación social por las exigencias del mundo laboral.	Horarios de las actividades y acciones impiden mayor presencia masculina a nivel local.

Fuente: Elaboración propia.

La Participación Ciudadana permitió conocer el área de estudio y aportó a mejorar el diseño con el conocimiento que del territorio tiene la comunidad, además de aclarar las dudas e inquietudes que ellos presentaban.