FACTIBILIDAD SANITARIA

PLAN REGULADOR COMUNAL DE SAN ESTEBAN

PROFESIONAL QUE SUSCRIBE EL PRESENTE ESTUDIO

Marta Tobar Fernández
Ingeniero Civil en Obras Civiles
Universidad de Santiago de Chile

ÍNDICE DE CONTENIDOS

5 FACTIBILIDAD SANITARIA 1
5.1 Objetivos Del Estudio 1
6 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE 1
6.1 Agua Potable 1
6.2 Sistema de Recolección de Aguas Servidas 2
6.3 Marco Legal 2
6.4 Territorio Operacional 4
6.5 Proyección De Población 4
6.6 Estudio De Demandas De Agua Potable 5
6.7 Bases De Diseño Dimensionar Los Sistemas De Producción y Distribución De Agua Potable 5
6.7.1 Niveles De Pérdidas 5
6.7.2 Cobertura 5
6.7.3 Dotaciones De Consumo Adoptadas. 5
6.7.4 Dotación de Producción 5
6.7.5 Coeficientes De Gastos Máximo Diario Y Horario. 5
6.7.6 Proyección De La Demanda De Agua Potable 6
6.7.7 Estimación De Infraestructura Requerida 6
6.8 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS 9
6.8.1 Cobertura 9
6.8.2 Caudal medio de aguas servidas 9
6.8.3 Caudal máximo instantáneo 9
6.8.4 Caudal máximo horario 9
6.8.5 Infiltración en las redes de aguas servidas 9
6.8.6 Caudales de aguas lluvias. 10
6.8.7 Proyección De Caudales Totales De Aguas Servidas 10
6.8.8 Estimación de infraestructura requerida. 10
7 FACTIBILIDAD DE AGUAS LLUVIAS 13
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE 13
7.1.1 Saneamiento Y Drenaje De Aguas Lluvias 13
7.1.2 Diagnóstico De Los Sistemas Urbanos De Drenaje 13
7.1.3 Técnicas Alternativas De Control De Inundaciones 13
7.1.4 Definición De Fajas De Protección Entorno A Sistema De Canales Y Obras De Evacuación Y Drenaje De Aguas Lluvias. 17
7.1.5 Conclusiones Y Recomendaciones 18
7.1.6 Bases De Diseño Para Dimensionar Los Sistemas De Regulación De Caudales 19
7.1.7 Bases De Diseño 20
7.2 CONCLUSIÓN: 21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 7.5-1 Proyección de población y viviendas 4
Cuadro 7.7-1: Proyección de caudales de Agua Potable 6
Cuadro 7.7-2: Demanda de la fuente 6
Cuadro 7.7-3: Demanda de volumen de regulación 7
Cuadro 7.7-4: Proyección sector Santa Marta 7
Cuadro 7.7-5: Estimación de requerimientos de regulación 7

Cuadro 7.7-6: Requerimientos de la Red de Agua Potable.....8
Cuadro 7.8-1: Proyección de caudales.....10
Cuadro 7.8-2: Requerimientos de Cañerías de recolección.....11
Cuadro 7.8-3: Caudal de diseño de colectores propuestos.....11
Cuadro 7.8-4: Diseño de interceptor propuesto.....11
Cuadro 7.8-5: Demanda y oferta de la planta de tratamiento.....12
Cuadro 7.8-6: Límites máximos en los parámetros de tratamiento.....12
Cuadro 7.8-7: Diseño de aducción propuesta.....12
Cuadro 8.1-1: Precipitación Máxima en 24 horas para T = 10 años.....20
Cuadro 8.1-2: Precipitaciones de Diseño para 24 hrs de duración.....21

5 FACTIBILIDAD SANITARIA

5.1 Objetivos Del Estudio

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de la localidad de San Esteban, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano para la localidad, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

El objetivo específico de este estudio es "**determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

6 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para la localidad de San Esteban. El área de concesión del sistema San Esteban en el año 2009, corresponde, a una superficie operacional de 1.143,4 há.

A continuación se describen las características de los servicios extractadas a partir de la investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas. Los estudios principales son el estudio Actualización Plan de Desarrollo de la Comuna de San Esteban, aprobado mediante ORD. SISS N° 4684/10 y cartas Nº 365/10 de ESVAL SA, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

6.1 Agua Potable

La localidad de San Esteban, desde el punto de vista del abastecimiento de agua potable, corresponde a un sistema de agua potable urbano.

a) Producción

El sistema San Esteban se abastece desde el acuífero y tiene derechos en trámite, el abastecimiento se realiza desde la captación N" 1, sondaje N" 758 y un caudal de explotación de 25 l/s con una profundidad de 101,5 m, desde la captación N" 2 denominada sondaje N" 759 y una profundidad de 64 m y un caudal de explotación de 28,9 l/s y desde la captación N" 3 denominada sondaje N" 3 y un caudal de explotación de 45,3 l/s y una profundidad de 100 m. La empresa considera que tendrá derechos de extracción de aguas hacia el año 2019 por un total de 135 l/s. El nivel estático se encuentra en promedio a 18 m de profundidad. La altura de elevación en promedio esta por sobre los 83 m.

La desinfección se realiza en el centro de cloración, con la aplicación de gas cloro, cuya caudal de diseño es de 130 l/s. Al agua se le adiciona flúor cuya caudal de diseño es de 130 l/s.

b) Distribución

El caudal es captado e impulsado a los estanques existentes denominado San Esteban, 900 m3 de hormigón armado semienterrado, el estanque denominado San Esteban N" 2 de 300 m3 de hormigón armado semienterrado y

el estanque Cerro Tapihue N" 1 de 500 m3 de hormigón armado semienterrado. Abasteciendo la localidad de San Esteban y parte de la localidad de Santa María, mediante una matriz de 300 mm.

El sistema de distribución posee dos plantas elevadoras denominadas Bandurrias correspondientes a bombas al interior de un estanque de aspiración con un caudal de diseño de 16 l/s y una altura de elevación de 55 m y la planta elevadora la Chaparrinas, Las matrices son de diámetro 300 y 250 mm con una longitud de 260 m y 25 m respectivamente ambas en acero. La capacidad actual de las matrices es de 106 y 73,6 l/s respectivamente.

Las redes de distribución de agua potable tiene una longitud de 71.233 m, está compuestas por cañerías de asbesto cemento en una longitud de 47.485, de PVC y HDPE en una longitud de 23.731 m y 17 m en acero. Los diámetros son variables entre 75 y 250 mm. Existen 120 grifos de incendio. La red cuenta con 62 válvulas de corta. La red cuenta con dos reductoras de presión de 100 mm de diámetro y cuenta con 4.749 arranques

En la actualidad la infraestructura existente se encuentra en buen estado requiriendo sólo de acciones normales de mantenimiento preventivo. La cobertura de la población estable a esta fecha es de 100% de la población residente.

6.2 Sistema de Recolección de Aguas Servidas

a) Recolección

La red de recolección de la localidad cuenta con dos plantas elevadoras de aguas servidas denominadas Los Aromos para un caudal de diseño de 25 l/s y una altura de elevación de 7,5 m y la PEAS Génesis para un caudal de diseño de 4,72 l/s y una altura de elevación de 9,1 m, La red existente se materializada en PVC/HDPE en una longitud de 27.795 m, acero en 4.048 m y hormigón en una longitud de 381 m. La longitud total de la red de recolección es de 32.424 m. Se configura en diámetros variables entre 160 y 355 mm. La red sobre 200 mm corresponde a 23.720 m. El sistema cuenta con un total de 2.131 uniones domiciliarias.

b) Disposición

La localidad cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas en base a lagunas aireadas descargando el efluente tratado al río Aconcagua. La capacidad máx. de tratamiento es de 24,5 l/s.

La descarga en el río se realiza mediante un emisario de acero de diámetro 350 y 315 mm en una longitud de 60 m en acero y 20 m en PVC respectivamente. Las capacidades actuales son de 144,3 l/s y de 52,9 l/s respetivamente.

6.3 Marco Legal

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, para las soluciones colectivas debe presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción y Distribución de agua potable
- ✓ Recolección y Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las localidades rurales, ellas se distinguen en tres grupos: rural disperso, rural semiconcentrado y rural concentrado. La solución de abastecimiento de servicios básicos sanitarios para cada uno de ellos, serán las que se indican:

- ✓ Urbanos, centro poblados incluidos dentro de alguna área de concesión otorgada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. (SISS)
- ✓ Rural concentrado, mas de 300 hab. y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino (red)
- ✓ Rural semiconcentrada, mas de 80 hab. y a lo menos con 12 viv. por Km de calle o camino (red)
- ✓ Rural disperso. Solución individual.

La ley vigente exige que para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se implementen soluciones colectivas en tanto que para el sector rural semiconcentrado dependerá de la rentabilidad social, en tanto para el sector rural disperso, se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

a) Áreas urbanas

La formulación del Plan Regulador permitirá determinar si las localidades en estudio tendrán un desarrollo que justifique su transición a un sistema Urbano o rural concentrado o que tengan un crecimiento de su territorio urbano. En tal caso la estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile para las soluciones colectivas presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción y Distribución de agua potable
- ✓ Recolección y Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Desde el marco legal, de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de Servicios Públicos Sanitarios, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 01 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación, puede ser cumplido consultando directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

Desde el ámbito de los derechos de agua necesarios para otorgar el servicio de agua potable, se debe tener presente que los derechos de agua son bienes transables, y aunque la cuenca esté cerrada y no sea posible solicitar más, los derechos pueden adquirirse de otros propietarios. El costo de la transacción se verá reflejado en la tarifa que ofrezca cada proponente.

De acuerdo a la Ley 20.017 tramitada el 27.05.2005, que modifica el Código de Agua, en su Art. 147 bis señala "*Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento".*

Los derechos de aprovechamiento de agua, del concesionario, deberán ser de carácter consuntivo, permanente y continuo. Asimismo, la empresa concesionaria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, lo que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina el reglamento. En caso que no fuere posible constituir derechos de carácter consuntivo, permanentes y continuos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá considerar para efectos de la solicitud de concesión, derechos de carácter eventual, que el solicitante tenga en propiedad o en uso, que alimenten embalses o estanques de regulación.

6.4 Territorio Operacional

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano provienen principalmente, de la existencia o no de redes de infraestructura, del soporte de éstas a nuevas demandas y de las posibilidades de dotación de mayores recursos, tanto para las áreas consolidadas como para las urbanizables.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados en las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios de Valparaíso, ESVAL S.A. Los estudios principales son el estudio Actualización Plan de Desarrollo de la Comuna de San Esteban, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

El territorio operacional actual de los servicios sanitarios es el mismo para los sistemas de aguas potable y alcantarillado y se indica en plano adjunto.

6.5 Proyección De Población

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación, deben considerar los requerimientos para satisfacer las necesidades de las estimaciones de población- En este sentido interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y las bases de diseño definidas en el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población y la proyección de viviendas, para el escenario tendencial, para periodos de estudio. La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador y con una tasa de crecimiento lineal considerando una densidad de 4,0 hab/viv, establecida para efectos de cálculo en la Circular ORD. 0224, de fecha 10.06.2005. Planificación, densidad expresada en Habitantes por hectáreas y su equivalencia en viviendas por hectáreas.

En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección población y de viviendas que servirán para fundamentar el estudio de factibilidad.

Cuadro 6.5-1 Proyección de población y viviendas

	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.025	2.030	2.033
Población (hab)	17.706	20.628	20.904	21.159	21.389	21.627	21.862	22.090	22.326	24.099	26.013	27.233
Vivienda	4.427	5.157	5.226	5.290	5.347	5.407	5.466	5.523	5.582	6.025	6.503	6.808

Fuente: Elaboración propia considerando la proyección de población del estudio

La población proyectada por el Plan de desarrollo de San Esteban es de **27.233 hab**. en el horizonte de previsión del Plan de Desarrollo.

6.6 Estudio De Demandas De Agua Potable

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada. Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 21 años. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio y la extensión a las nuevas áreas contempladas en el Límite Urbano propuesto. Se ha considerado como representativos para la situación del área urbana propuesta, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro Nº 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

6.7 Bases De Diseño Dimensionar Los Sistemas De Producción y Distribución De Agua Potable

En este capítulo se plantean las bases de diseño que se tendrán en consideración para determinar los caudales de la población urbana estimada en el horizonte de previsión del Plan Regulador y con ello dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo.

6.7.1 Niveles De Pérdidas

Según lo señalado se considerarán como representativas, para todo el periodo, las pérdidas propuestas en el Plan de Desarrollo de San Esteban, es decir, se considerará un valor constante de un 43.3 % para todo el horizonte de previsión.

6.7.2 Cobertura

Para la estimación de la cobertura se considerarán los valores resultantes de la proyección para la localidad, correspondiente a un 99.7 % de cobertura en el año 2010 para variar progresivamente hasta un 100 % en el año 2014 definida en el Plan de Desarrollo.

6.7.3 Dotaciones De Consumo Adoptadas.

Se adoptaron los valores de dotaciones de consumo señalado en el Cuadro 3.5. Proyección de Demandas de Agua Potable. Plan de Desarrollo Vigente de San Esteban, correspondiente a un valor constante de 188.6 lts/hab/día para todo el horizonte de previsión.

6.7.4 Dotación de Producción.

La dotación a nivel de producción se calculará según se indica en la fórmula siguiente:

Dotación de Producción = Dotación de Consumo/(1- %Pérdidas)

6.7.5 Coeficientes De Gastos Máximo Diario Y Horario.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se considerará un factor de modulación de 1,33 para el gasto máximo diario y de 1,50 para el gasto máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

6.7.6 Proyección De La Demanda De Agua Potable

Cuadro 6.7-1: Proyección de caudales de Agua Potable

PROYECCIÓN DE CAUDALES DE AGUA POTABLE									
AÑO	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA	(l/hab/día)		(l/hab/día)	Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
2.012	17.706	99,85	17.679	188,6	43,3	332,6	68,1	90,5	135,8
2.013	20.628	99,93	20.613	188,6	43,3	332,6	79,4	105,5	158,3
2.014	20.904	100	20.904	188,6	43,3	332,6	80,5	107,0	160,5
2.015	**21.159**	**100**	**21.159**	**188,6**	**43,3**	**332,6**	**81,5**	**108,3**	**162,5**
2.016	21.389	100	21.389	188,6	43,3	332,6	82,3	109,5	164,3
2.017	21.627	100	21.627	188,6	43,3	332,6	83,3	110,7	166,1
2.018	21.862	100	21.862	188,6	43,3	332,6	84,2	111,9	167,9
2.019	22.090	100	22.090	188,6	43,3	332,6	85,0	113,1	169,7
2.020	**22.326**	**100**	**22.326**	**188,6**	**43,3**	**332,6**	**86,0**	**114,3**	**171,5**
2.021	22.670	100	22.670	188,6	43,3	332,6	87,3	116,1	174,1
2.022	23.020	100	23.020	188,6	43,3	332,6	88,6	117,9	176,8
2.023	23.374	100	23.374	188,6	43,3	332,6	90,0	119,7	179,5
2.024	23.734	100	23.734	188,6	43,3	332,6	91,4	121,5	182,3
2.025	**24.099**	**100**	**24.099**	**188,6**	**43,3**	**332,6**	**92,8**	**123,4**	**185,1**
2.026	24.470	100	24.470	188,6	43,3	332,6	94,2	125,3	187,9
2.027	24.847	100	24.847	188,6	43,3	332,6	95,7	127,2	190,8
2.028	25.230	100	25.230	188,6	43,3	332,6	97,1	129,2	193,8
2.029	25.619	100	25.619	188,6	43,3	332,6	98,6	131,2	196,8
2.030	**26.013**	**100**	**26.013**	**188,6**	**43,3**	**332,6**	**100,1**	**133,2**	**199,8**
2.031	26.413	100	26.413	188,6	43,3	332,6	101,7	135,2	202,9
2.032	26.820	100	26.820	188,6	43,3	332,6	103,3	137,3	206,0
2.033	27.233	100	27.233	188,6	43,3	332,6	104,8	139,4	209,2

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

6.7.7 Estimación De Infraestructura Requerida

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos sobre la red existente.

a) Fuente:

La fuente requiere abastecer para el año 2033 el caudal máximo diario de consumo de la localidad correspondiente a **139** l/s.

Cuadro 6.7-2: Demanda de la fuente

AÑO	Población Total (hab.)	Cobertura %	Oferta l/s	Demanda Qmáxd l/s	Superávit/déficit l/s
2.015	21.159	100	135	108	27
2.020	22.326	100	135	114	21
2.025	24.099	100	135	123	12
2.033	27.233	100	135	139	- 4

Del análisis de seguridad del sistema de producción, se concluye que se requiere una capacidad adicional en la fuente de 4 l/s, para abastecer la demanda del año 2033.

b) Volumen de Regulación

Se analizó la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteó la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtuvieron los futuros requerimientos globales de producción y demanda para el período en estudio.

El sistema dispone de tres estanques semienterrados, con un volumen de regulación de 1000 m3, de hormigón armado. El estanque existente se encuentra ubicado en la cota de terreno 118 msnm cota de nivel de agua máx. 122,12 msnm. Lo que permite abastecer los sectores ubicados bajo la cota 100,12 msnm.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), más **un** grifo funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

La demanda en volumen de regulación para la población proyectada será:

Cuadro 6.7-3: Demanda de volumen de regulación

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		Consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2.015	22.207	1.474	230	819	2.292
2.020	23.402	1.553	230	863	2.416
2.025	25.208	1.673	230	929	2.602
2.033	28.342	1.881	346	1.045	2.926

Incluye para efectos de estimación de volumen de estanque la población un sector de la localidad de Santa Marta según la proyección de la empresa sanitaria. Esta población se indica en el cuadro 5, y se suma a la población proyectada de San Esteban, la que se considera constante a partir del año 2025, equivalente a:

Cuadro 6.7-4: Proyección sector Santa Marta.

AÑO	POBL. *TOTAL*
2.015	1.048
2.020	1.076
2.025	1.109
2.033	1.109

Fuente: Plan de Desarrollo San Esteban. Población cte., a partir del año 2025.

Cuadro 6.7-5: Estimación de requerimientos de regulación

AÑO	POBLACIÓN TOTAL (HAB.)	OFERTA M3	DEMANDA M3	SUPERÁVIT/ DÉFICIT
2.015	22.207	1.700	2.292	- 592
2.020	23.402	1.700	2.416	- 716
2.025	25.208	1.700	2.602	- 902
2.033	28.342	1.700	2.926	- 1.226

Se requiere un volumen adicional de regulación de 1.300 m^3, para abastecer la población proyectada en este instrumento de planificación.

c) Redes de distribución.

Actualmente, la red de distribución tiene una longitud total de 71,2 km con diámetros entre 75 y 250 mm, donde casi la totalidad de la red está materializada mayoritariamente por cañerías de asbesto cemento y PVC. En la actualidad la red no tiene reductoras de presión.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada, la instalación de cañerías de diámetro 100 mm o superior.

Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad una proporción estimada típica de 11,6 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 4,5 m/hab, equivalente a la relación que utiliza el Plan de Desarrollo de la localidad de San Esteban, para el año 2033.

Requerimientos de red son:

L2033P =	L100P	*	27.233	=	122.549 m.
L2033V =	L100V	*	6.808	=	78.976 m.

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2033 será en promedio de 100.762 m. Considerando que existe una red disponible de 71.232 m se requiere la instalación de 29.531 m de red. Se propone en diámetros de 100 a 450 mm. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector. El diámetro máximo se estimó considerando una velocidad máxima de 1.32 m/s. La red existente cuenta con dos planta elevadoras denominadas Bandurrias y Chaparrinas.

Cuadro 6.7-6: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM. (mm)	PORCENTAJE %	TOTAL A INSTALAR (m)
450	5	1.477
400	10	2.953
350	10	2.953
300	10	2.953
250	10	2.953
200	15	4.430
150	20	5.906
100	20	5.906
TOTAL	**100**	**29.531**

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

6.8 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Los caudales se determinaron considerando las fórmulas de uso habitual. Estos caudales sirven para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas, para la población en estudio.

En este acápite se plantean las bases de diseño que se tendrán en consideración para determinar los caudales de la población urbana estimada en el horizonte de previsión del Plan Regulador y con ello dimensionar las obras y cubrir las variaciones de las aguas servidas.

6.8.1 Cobertura

Para la estimación de la cobertura se considerarán los valores resultantes de la proyección para la localidad, correspondiente a un 48.70 % de cobertura en el año 2010 para variar progresivamente hasta un 52 % en el año 2025 definida en el Plan de Desarrollo.

6.8.2 Caudal medio de aguas servidas

$$Q_{med}AS = Q_{med}AP(consumo) * R \text{ (lt/seg)}$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

6.8.3 Caudal máximo instantáneo

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para P< 100 hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para 100<P<1000 hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

6.8.4 Caudal máximo horario

3. Para P>1000 hab., el gasto máximo horario de recolección se calculará según la fórmula de Harmon, según lo indica la NCh 1.105 of 98.

$$Q_{\max}AS = H * Q_{med} \text{ lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será: $$H = 1 + \frac{14}{(4+\sqrt{P})}$$

P: Población en miles de habitantes

6.8.5 Infiltración en las redes de aguas servidas

Se considera la infiltración de caudales a las redes de aguas servidas propuestas por el Plan de Desarrollo equivalente a 0,5 l/s constante ya que las nuevas redes se consideran estancas de PVC. Las estimaciones realizadas corresponden al análisis de la facturación y caudales tratados entre los periodos 2006 a 2008 según se establece en el Plan de Desarrollo.

6.8.6 Caudales de aguas lluvias.

El Plan de Desarrollo no contempla aportes de aguas lluvias para el diseño considerando que las lluvias en la región son bajas o nulas en el periodo estival periodo de mayor demanda para las redes de recolección. Las nuevas redes deben considerarse como sistemas separados y estancas.

6.8.7 Proyección De Caudales Totales De Aguas Servidas

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 6.8-1: Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA	(l/hab/día)		Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2.012	17.706	49,14	8.701	188,6	43,3	19,0	25,3	37,9	15,7	3,0	46,3
2.013	20.628	49,36	10.182	188,6	43,3	22,2	29,6	44,3	18,3	2,9	52,9
2.014	20.904	49,58	10.364	188,6	43,3	22,6	30,1	45,1	18,6	2,9	53,7
2.015	**21.159**	**49,80**	**10.537**	**188,6**	**43,3**	**23,0**	**30,6**	**45,9**	**18,9**	**2,9**	**54,5**
2.016	21.389	50,02	10.699	188,6	43,3	23,4	31,1	46,6	19,2	2,9	55,2
2.017	21.627	50,24	10.865	188,6	43,3	23,7	31,5	47,3	19,5	2,9	55,9
2.018	21.862	50,46	11.031	188,6	43,3	24,1	32,0	48,0	19,8	2,9	56,6
2.019	22.090	50,68	11.195	188,6	43,3	24,4	32,5	48,8	20,1	2,9	57,3
2.020	**22.326**	**50,90**	**11.364**	**188,6**	**43,3**	**24,8**	**33,0**	**49,5**	**20,3**	**2,9**	**58,0**
2.021	22.670	51,12	11.589	188,6	43,3	25,3	33,6	50,5	20,7	2,9	59,0
2.022	23.020	51,34	11.818	188,6	43,3	25,8	34,3	51,5	21,1	2,9	60,0
2.023	23.374	51,56	12.052	188,6	43,3	26,3	35,0	52,5	21,5	2,9	61,0
2.024	23.734	51,78	12.289	188,6	43,3	26,8	35,7	53,5	22,0	2,9	62,0
2.025	**24.099**	**52,00**	**12.532**	**188,6**	**43,3**	**27,4**	**36,4**	**54,6**	**22,4**	**2,9**	**63,0**
2.026	24.470	52,00	12.724	188,6	43,3	27,8	36,9	55,4	22,7	2,9	63,8
2.027	24.847	52,00	12.920	188,6	43,3	28,2	37,5	56,3	23,1	2,8	64,7
2.028	25.230	52,00	13.120	188,6	43,3	28,6	38,1	57,1	23,4	2,8	65,5
2.029	25.619	52,00	13.322	188,6	43,3	29,1	38,7	58,0	23,8	2,8	66,3
2.030	**26.013**	**52,00**	**13.527**	**188,6**	**43,3**	**29,5**	**39,3**	**58,9**	**24,1**	**2,8**	**67,2**
2.031	26.413	52,00	13.735	188,6	43,3	30,0	39,9	59,8	24,5	2,8	68,1
2.032	26.820	52,00	13.947	188,6	43,3	30,4	40,5	60,7	24,9	2,8	68,9
2.033	27.233	52,00	14.161	188,6	43,3	30,9	41,1	61,7	25,2	2,8	69,8

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

6.8.8 Estimación de infraestructura requerida.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las demandas. El concesionario interesado debe hacerse cargo de todos los procesos. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

Para las redes de alcantarillado no se considera caudal de infiltración debido a que se propone la instalación de cañerías de PVC, estancas.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la longitud de las redes requeridas en la localidad que deberá instalar la empresa, se proponen que las tuberías de diámetros inferiores a 200 mm serán de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos a partir del Plan de Desarrollo de San Esteban en lo que se refiere a desarrollo urbano, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 10,2 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,90 m/hab., equivalente a la relación que utiliza el Plan de Desarrollo de la localidad de San Esteban, para el año 2025. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado. La red necesaria para abastecer la población de **14.161 hab.,** considerando un **52** % de cobertura, se indica en el cuadro siguiente. Se propone en PVC, en diámetros de 200 mm.

L2033P = L200P * 14.161 = 55.229 m.
L2033V = L200V * 3.540 = 36.111 m.

La longitud requerida para cubrir la demanda de la población en el año 2033 será de 45.670 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Cuadro 6.8-2: Requerimientos de Cañerías de recolección.

DIAM. (mm)	PORCENTAJE %	TOTAL A INSTALAR (m)
400	10	1.325
350	10	1.325
300	15	1.987
250	25	3.311
200	40	5.298
TOTAL	**100**	**13.246**

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 6.8-3: Caudal de diseño de colectores propuestos.

I ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2,50	400	0,013	87,2	69,8	0,74
2,60	350	0,013	62,3	52,4	0,73
2,40	300	0,013	39,7	34,9	0,66
2,40	250	0,013	24,4	14,0	0,38
3,00	200	0,013	15,0	7,0	0,30

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

El sistema de recolección cuenta con dos plantas elevadoras denominadas Génesis y Los Aromos para dotar de factibilidad a dos sectores de la red de recolección existente que finalmente descargas al sector gravitacional de la red existente.

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 69,8 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 400 mm, con una pendiente mínima de un i= 2,5 ‰.

Cuadro 6.8-4: Diseño de interceptor propuesto.

I ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2,50	400	0,013	87,2	69,8	0,74

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

El sistema de tratamiento es en base a Lagunas Airedas descargando el efluente tratado al río Aconcagua. La capacidad media de tratamiento es de 24,6 l/s. El sistema cuenta con una planta elevadora cuya capacidad máxima es de 50 l/s y una altura de elevación de 15 m.

Se requiere una capacidad de tratamiento disponible según el cuadro adjunto para servir a la localidad de San Esteban hasta el año de previsión del estudio.

Cuadro 6.8-5: Demanda y oferta de la planta de tratamiento

AÑO	POBLACION TOTAL (hab.)	COBERTURA %	OFERTA l/s	DEMANDA Qmed (l/s)	SUPERAVIT/DEFICIT (l/s)
2.015	22.207	50	24,6	18,9	6
2.020	22.326	51	24,6	20,3	4
2.025	24.099	52	24,6	22,4	2
2.033	27.233	52	24,6	25,2	- 0,6

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Por lo que, hacia el año 2033, se deberán optimizar los procesos para alcanzar factibilidad de tratamiento del 100% de la población.

Las características del efluente de la planta deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Decreto Supremo N° 90 del fecha 07.03.2001.

Cuadro 6.8-6: Límites máximos en los parámetros de tratamiento.

Parámetros	Límite Máximo
DBO_5	35 mg/l
Fósforo Total	10 mg/l
Nitrógeno Total	50 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	80 mg/l
Coniformes fecales	1000/100 ml
Aceites y grasas	20 mg/l
Poder Espumógeno	7 mm
PH	6 – 8,5
Temperatura	35° C

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio.

d) Emisario de descarga:

El emisario terrestre de disposición final de los caudales tratados al río Aconcagua, tiene una capacidad mínima de diseño de 52,9 l/s, en el tramo de PVC, D= 315 mm, L= 20 m y en el tramo de acero, D= 350 mm, L= 60 m, una capacidad de 144,3 l/s. La capacidad requerida para dotar de factibilidad de descarga de los caudales tratados, hacia el año 2033, es de 69,8 l/s. De lo anterior, se desprende que es necesario reforzar el tramo de PVC, L= 20 m con tubería de HDPE, D=250 mm, L= 20 m, con una capacidad de 16,9 l/s.

Cuadro 6.8-7: Diseño de aducción propuesta.

I ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2,50	250	0,013	24,9	16,9	0,46

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio.

7 FACTIBILIDAD DE AGUAS LLUVIAS

En este capítulo se resumen los criterios de diseño y consideraciones que se tendrán en cuenta para formular la factibilidad de aguas lluvias de la localidad de San Esteban y que forma parte integrante del estudio Plan Regulador de San Esteban.

La Ley 19.525 que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestro de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, esta localidad no cuenta con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no está en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Por lo anterior, corresponderá a los urbanizadores implementar las soluciones de aguas lluvias en la medida que se urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

7.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE

7.1.1 Saneamiento Y Drenaje De Aguas Lluvias

En el caso de San Esteban, la localidad cuenta con numerosos canales de regadío que en su paso por las áreas urbanas o en sus alrededores presentan desbordes debido a que su función es conducir las cuotas de riego, por lo que en la medida que se van entregando estas cuotas, las dimensiones de los canales disminuyen. En el caso de la localidad de San Esteban no se considera, parte de los sistemas de agua lluvias los canales de regadío los que en su paso por las zonas urbanas se recomienda entubarlos para que no desborden de forma incontroladas en las épocas invernales.

7.1.2 Diagnóstico De Los Sistemas Urbanos De Drenaje

Los problema registrados en las localidades urbanas se deben en general a inundaciones producto de desbordes de canales y acequias que normalmente son utilizados para regadío, cuya capacidad es insuficiente para conducir las aguas lluvias del período de invierno o cuya capacidad es sobrepasada producto de obstrucciones por basuras arrojadas por la población a los canales.

Otro tipo de problema detectado se refiere a la existencia de quebradas que drenan sus aguas hacia zonas urbanas, como es el caso de las laderas de cerros ubicadas al oriente de la localidad de San Esteban. En estos casos las aguas bajan de las quebradas arrastrando importantes cantidades de sedimentos, los cuales se alojan en las zonas más planas produciendo anegamientos muy molestos para la población.

Adicionalmente, se detectaron problemas asociados a la existencia de gran cantidad de calles sin pavimentar, que al no poseer pendientes adecuadas para el drenaje de las aguas lluvias se transforman, ante lluvias de pequeña magnitud, en “barriales” que prácticamente impiden el paso de vehículos y peatones.

7.1.3 Técnicas Alternativas De Control De Inundaciones

a) Criterios Generales

El problema de las inundaciones en las ciudades de Chile es más amplio que el de la simple evacuación de aguas lluvias que precipitan en los suelos urbanos. De hecho las inundaciones pueden tener diferentes causas, muchas de

las cuales no aparecen directamente conectadas con las aguas lluvias que precipitan en el lugar inundado. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- ✓ Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.
- ✓ Desbordes de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad.
- ✓ Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente.
- ✓ Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural.
- ✓ Diseños de la red vial no compatible con el drenaje natural de algunos sectores.

En muchas ciudades, las inundaciones no se deben a una sola causa específica sino a la combinación de varias de ellas, o coexisten sectores con diferentes tipos de problemas.

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducirlas al cauce natural más cercano. En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y de manejo del recurso hídrico.

b) Manejo Integral De Las Aguas Lluvias

Debe tenerse presente que el presente Plan Regulador es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las soluciones deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elemento en la medida del crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Las acciones que se desarrollen para enfrentar los problemas de drenaje de aguas lluvias en los sectores urbanos requieren una gran coherencia y continuidad debida a la intervención de múltiples agentes y a la interacción que presentan las acciones que se pueden plantear. El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba y genere, a su vez, obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Parece importante, entonces, establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente.

El enfoque moderno de plan de gestión de las aguas lluvias debe considerar tres objetivos fundamentales:

a) Control de crecidas: el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado almacenamiento y transporte de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo.

b) Control de la calidad del agua: el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes al máximo dentro de lo practicable.

c) Manejo del ecosistema: el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

El urbanizador deberá considerar un Plan de Gestión que a lo menos incluya los siguientes aspectos básicos:

- Definir la red de drenaje general como los cauces natural que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.

- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecido.
- Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.

- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía con la situación con proyecto.

- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda para esta localidad privilegiar **soluciones alternativas de infiltración** de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto.

- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básico de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

Con respecto a medidas no estructurales que se pueden implementar en forma complementaria a las obras, será conveniente analizar y poner en práctica, si corresponde, las medidas no estructurales que resulten de mayor relevancia para cada caso particular. Dicha medidas, de tipo normativo, educativo etc., son de costos relativamente bajos y de alta rentabilidad.

i Medidas de Carácter Local

Las medidas de carácter local se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se proponen tienden a contribuir a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como Técnicas Alternativas) a las redes de colectores y de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ambiente técnico este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal en plazas y parques.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias Técnicas Alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

Las soluciones alternativas a la evacuación directa ponen en juego almacenamientos temporales para restituir los volúmenes con gastos menores una vez que pasan los periodos críticos, o mediante la disminución de los volúmenes de escurrimiento por medio de la infiltración en el suelo.

ii Medidas no Estructurales

Las medidas no estructurales incluyen una variedad de técnicas y prácticas educacionales e institucionales que resulten en cambios conductuales que reduzcan la cantidad de contaminantes que entren al sistema de aguas lluvias y, eventualmente, en los sistemas receptores hacia los cuales drenan. Algunas de ésta prácticas no estructurales tiene que ver con el desarrollo del uso del suelo. Otras se focalizan en educar a la ciudadanía para modificar sus conductas que disminuyan la depositación de contaminantes en el paisaje urbano. Otras tienden a prevenir las conexiones ilícitas de aguas servidas, controlar los vertidos accidentales y hacer cumplir las ordenanzas que tienden a prevenir la depositación de contaminantes en el paisaje urbano y su transporte incontrolado hacia aguas abajo. Dentro de una gran variedad de medidas, se pueden incluir las siguientes:

1. Control y uso del suelo

- Establecimiento de normas que regulen el uso del suelo: estas normas se aplican fundamentalmente a todas las nuevas urbanizaciones y obligan al uso de Técnicas Alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.
- Formulación de ordenanzas locales que indiquen claramente los terrenos que son inundables y el uso que les está permitido.
- Incluir en los Planes Reguladores Comunales y reglamentos de construcción las indicaciones necesarias respecto a la existencia de subterráneos, altura mínima de sobrecimientos, etc.
- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las Técnicas Alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

2. Regulaciones sobre cauces naturales y artificiales

- Definición y delimitación de cauces naturales o artificiales que actúan como receptores de aguas lluvias. Indicación clara respecto al límite de prohibición de construcción.
- Indicación y difusión de los niveles esperados de agua para crecidas de diferentes periodos de retorno.
- Indicación clara respecto a quién corresponde la responsabilidad por el cuidado y limpieza de cauces naturales y artificiales.
- Retiro permanente de basuras que pudieran acumularse en los cauces de quebradas, esteros y canales.

3. Marco Institucional

- Delimitación de responsabilidades institucionales respecto al manejo de los sistemas de aguas lluvias. Definición clara del rol que corresponde al MOP, MINVU, Municipalidades, empresas sanitarias etc. y de las instancias de coordinación institucional.
- Elaboración del reglamento de Aguas Lluvias, que constituya el necesario complemento a la Ley N°19.525.
- Definición de la red primaria y secundaria.
- Normativa respecto a la aprobación de proyectos de aguas lluvias, incluyendo Manual de Diseño.
- Mantención y limpieza de sumideros y redes de aguas lluvias. Reparación de obras defectuosas.
- Establecimiento de un programa de financiamiento de inversiones en construcción, operación y mantención de sistemas de aguas lluvias.
- Eliminación de conexiones ilícitas (aguas servidas a colectores separados de aguas lluvias y viceversa).

4. Información y educación

- Elaboración y difusión de mapas con indicación de zonas inundables y el riesgo asociado a ellas.
- Campañas de difusión a través de medios de comunicación en época pre-invernal con recomendaciones prácticas frente a temporales de gran intensidad.
- Información y difusión de prácticas a nivel del hogar que se refieran básicamente a la minimización de áreas directamente conectadas a la red (ej: bajadas de aguas desde los techos) y a la descarga de elementos contaminantes que son transportados por las aguas lluvias.

5. Medidas de alerta y emergencia

- Implementación de un sistema de predicción de crecidas, compuesto por estaciones meteorológicas, pluviométricas y fluviométricas, que advierta a la población del peligro de inundaciones.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo que permita adelantarse a la ocurrencia de los problemas.
- Plan de medidas de evacuación de sectores inundados.
- Plan de medidas de emergencia, frente a situaciones inesperadas o que afecten sensiblemente a la población.

7.1.4 Definición De Fajas De Protección Entorno A Sistema De Canales Y Obras De Evacuación Y Drenaje De Aguas Lluvias.

En este capítulo se resumen criterios genéricos para definir las fajas de protección o resguardo a nivel de planificación territorial en lo relativo a fajas de canales existentes o en el caso de privilegiar soluciones mediante colectores, para la red de aguas lluvias, se deberán considerar las fajas de resguardo propuestas en este capítulo. En los proyectos específicos se definirán los requerimientos considerando las particularidades de cada caso.

Si bien la DOH no tiene un reglamento al respecto los criterios se basan fundamentalmente en la necesidad de mantención futura de la red y en la experiencia obtenida en los sistemas construidos.

a) Fajas De Protección En Canales A Tajo Abierto:

En el caso de canales existentes, las fajas de protección lateral mínima, definida a nivel de planificación territorial, medida desde el borde superior serán de 5 m en un extremo para materializar un camino de mantención y 1 m en el otro extremo que permita construir los cercos necesarios.

En las zonas donde exista vialidad lateral al canal sólo se considera un cerco o barrera de seguridad ubicada a un metro por ambas riberas.

b) Fajas De Protección En Cauces Naturales

En el caso de cauces naturales las fajas de protección corresponderán a lo que de acuerdo al Código de Aguas, se considera bien nacional de uso público. Al respecto, es sustentable para este instrumento de planificación considerar la línea que define la crecida de cinco años de periodo de retorno como faja de protección y la meseta de inundación, definida para 100 años de periodo de retorno, con uso regulado como áreas de recreación y esparcimiento o infraestructura de uso temporal como camarines, u otros. Dicha restricción, además de las atribuciones que posee la

Dirección General de Agua sobre el uso de cauces naturales, permitirá asegurar que el sistema de drenaje natural se mantenga en el tiempo y no sea "borrado".

De acuerdo a lo anterior, para definiciones específicas se deberán desarrollar los estudios pertinentes que deben considerar las características particulares tanto geomorfológicas como hidrológicas de cada cuenca y restricciones particulares de la zona a desarrollar y como resultado de lo anterior definir fajas de protección específicas.

c) Fajas De Protección En Colectores

Con respecto a la faja de protección en el emplazamiento de colector, básicamente corresponderá a la faja necesaria para la futura mantención y específicamente a la necesidad de tener fácil acceso a las cámaras de inspección. Por lo anterior, se requiere una faja de protección equivalente a (Dext + 4 mts.).

d) Justificación De Los Anchos Requeridos Para Mantención

Respecto a los anchos mínimos necesarios utilizados en los caminos laterales a los canales para realizar su limpieza será aquella que permita el tránsito de la maquinaria comúnmente utilizadas.

En la limpieza de canales es una EXCAVADORA CATERPILAR 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de 0,75 m3, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

El o los camiones que reciben el material de desecho tienen una capacidad de carga de 20 Ton y su peso de 10 Ton (Tara + Carga = 30 Ton), la cual es repartida en 3 ejes (doble puente trasero).

El ancho mínimo de trabajo que se requiere es de 3 m para avance y/o retroceso más maniobras, pero se especifica 3,5 m por razones de seguridad, además de dejar eventualmente cada 150 m un espacio de 5 m de ancho por 6 m de longitud para realizar los retornos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación territorial donde se indican las soluciones a nivel de perfil se recomienda considerar un ancho típico de 6 m distribuidos como 5 m por un costado y 1 m en el otro. Corresponderá a etapas futuras de diseño definir la necesidad real de faja requerida.

7.1.5 Conclusiones Y Recomendaciones

Las principales recomendaciones que surgen del presente estudio son las siguientes:

a) Protección De Cauces Naturales Y Quebradas

Se deberá definir claramente en el Plan Regulador como instrumento de planificación, el carácter de área de prohibición absoluta del uso del suelo dentro de los cauces naturales y quebradas definidas como bien nacional de uso público, considerando las fajas señaladas en el punto 1.3.2.

b) Pavimentación De Calles Y Rectificación De Trazados

En algunos sectores, donde el diseño de las intersecciones se traduce en anegamientos de las mismas, se hace imperativa la pavimentación de calles para solucionar los problemas de drenaje

Se recomienda que el diseño de la red vial permita, la conducción superficial de las escorrentías de aguas lluvias, hacia las zonas de regulación conformadas por plazas o depresiones naturales destinadas a esparcimiento de modo que se pueda controlar los problemas de anegamientos que existen en la actualidad.

c) Necesidades De Mantención

Junto con el inicio de las actividades de implementación de un sistema de control y regulación de las escorrentías superficiales, se hace imprescindible establecer un presupuesto y operar un sistema de mantención de la infraestructura de aguas lluvias.

Sin esta actividad, los proyectos no lograrán la efectividad esperada, y por lo tanto no se obtendrán los beneficios asociados a las inversiones realizadas.

Como primer aspecto de dicho programa de mantención, se recomienda considerar la limpieza de los canales existentes, especialmente los con mayor grado de embanque por basuras. En este sentido se recomienda estudiar la posibilidad de establecer convenios con las Municipalidades y/o asociaciones de canalistas de modo de mantener las obras existentes en buen estado de operación.

7.1.6 Bases De Diseño Para Dimensionar Los Sistemas De Regulación De Caudales

En el presente capitulo se proponen las bases para el diseño de las soluciones de aguas lluvias en la localidad. Al respecto corresponderá a los urbanizadores incluir en sus proyectos la factibilidad de aguas lluvias privilegiando la utilización de técnicas alternativas para el control de los caudales.

La definición de los parámetros de diseño se fundamentará en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de la localidad de Quillota.

El cálculo de caudales de escorrentía realizado con motivo del presente Plan Regulador, comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en él. Para la definición las zonas de regulación los nuevos urbanizadores deberá considerar lo siguiente:

1. Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área a urbanizar y proponer una solución integral y coherente con las cuencas aportantes.
2. Realizar una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual (sin proyecto) y futura del área del estudio.
3. Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área del estudio.
4. Definir el período de retorno adecuado para las alternativas de solución a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de cada zona a sanear.
5. Desarrollar y estudiar la viabilidad a nivel de perfil de las alternativas de sistemas de aguas lluvias, necesarios y suficientes, para la evacuación de aguas lluvias generadas por las cuencas aportantes del área de estudio.
6. Estimar los volúmenes de agua que se aportarán a los cauces naturales receptores como producto de los diseños propuestos.

7.1.7 Bases De Diseño

En este capítulo se resumen las Bases de Diseño establecidas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Quillota que servirán de fundamento para definir las áreas de regulación totales requeridas, las bases de diseño se entienden las relativas a la pluviometría, fluviometría, características de los suelos de la cuenca aportante y estudio del uso actual y futuro del suelo urbano. Es decir, se establecen todos los parámetros representativos de la cuenca aportante, que permitan a los urbanizadores estimar las escorrentías de aguas lluvias para distintas magnitudes y áreas específicas.

a) Pluviometría

Precipitaciones Máximas en 24 hrs

A partir de los antecedentes extractados desde el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Quillota se propuso como lluvia de diseño, una precipitación máxima diaria base, para un período de retorno de 10 años que para las ciudades analizadas en el Plan Maestro, se indican en la Cuadro 1, para el caso de la localidad de San Esteban se consideró la precipitación máxima para la localidad de Hijuela, como representativa por corresponder ésta a la más cercana. Con este antecedente fue posible determinar las curvas IDF características para el área de estudio.

Cuadro 7.1-1: Precipitación Máxima en 24 horas para T = 10 años.

Localidad	P_{24}^{10} (mm)
El Melón	112
Nogales	109
Hijuelas	101
La Calera	106
La Cruz	105
Quillota y San Pedro	92
Limache	100
Olmué	115

Fuente: Tabla 1: Consultoría PM de Quillota

El análisis de la infraestructura de aguas lluvia constituye uno de los productos requeridos en la normativa territorial vigente, que permite, por medio de la revisión de antecedentes secundarios, establecer si es viable proponer un sistema de drenaje de aguas lluvias relacionado con la realidad del área de estudio a normar.

i Áreas aportantes

La definición de las áreas tributarias se realizará una vez que se tenga el plano de la comuna con la definición de zonas de extensión y la densificación estimada. A partir de este plano conteniendo curvas de nivel, se confeccionará de un modelo digital de terreno donde se indican las cotas. Con ello se definirán las vías principales de evacuación y las áreas aportantes a las diferentes calles existentes.

ii Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escorrentía utilizado en la fórmula racional es función de las características de cada cuenca. Para este caso se adoptará un valor de 0,50 debido a que se trata de un estudio a nivel de factibilidad. Los urbanizadores deberán presentar los estudios pertinentes donde se defina con precisión el coeficiente escorrentía de cada sector.

iii Precipitación de diseño

A partir de las estadísticas de las estaciones representativas se obtuvo la precipitación de diseño para un periodo de retorno de 10 y 24 hrs de duración (P^{10}_{24}).

Cuadro 7.1-2: Precipitaciones de Diseño para 24 hrs de duración

Estación	P(T= 10 años)
Precipitación de diseño	101

iv Tiempos de concentración

El tiempo de concentración depende de variados factores, tales como, topografía de la cuenca, características de la red de drenaje, etc. Para determinar este tiempo se puede recurrir a fórmulas empíricas, aplicables sólo en el rango de valores utilizados en su derivación. En la elección del tiempo de concentración se ha de tener presente que en calzadas el tc, en ningún caso debe ser inferior a 10 minutos.

- Fórmula de "California Higways and Public Works"

$$tc = 0{,}95\ (L^3/H)^{0.385}$$

en que:

tc : Tiempo de concentración en horas.
L : Longitud del cauce principal
H : Diferencia de elevación en metros entre el comienzo del cauce principal y el punto estudiado.

Esta expresión entrega valores razonables en cuencas de tamaño mediano a grande, mayores de 2 km2.

El tiempo de concentración en el colector se consideró adoptando una velocidad máxima de 2 m/s.

Definiendo de esta manera los tiempos de concentración esperados en cada caso, y adoptando un tiempo mínimo de concentración de 10 minutos, se calculará, la intensidad correspondiente a dicho tiempo, utilizando las curvas I-D-F- definidas en el estudio en etapa de proyecto.

v Periodos de retorno

El periodo de retorno adoptado es de 2 años que corresponde al valor típico utilizado en los Planes Maestro de Aguas lluvias.

vi Estimación de caudales de escorrentía

Los caudales se obtuvieron a partir de la aplicación de la formula racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{3{,}6}$$

Donde:

Q : Caudal de diseño en m3/s
C : Coeficiente de escurrimiento
I : Intensidad en mm/hr
A : Área de la cuenca de aporte en Km2

7.2 CONCLUSIÓN:

Una vez consensuado el proyecto del plan se definirán las áreas tributarias a cada calle, los caudales de escorrentía y las áreas mínimas de regulación. Las áreas de regulación corresponderán a plazas o zonas de recreación.

7.3 ANEXOS

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS

Gobierno de Chile

ORD. Nº 4191 /
(Carta Certificada)

ANT.: Carta Habiterra de 12/09/2012.

MAT.: Estudio de Actualización PRC de San Esteban - Solicitud de pronunciamiento Estudio de factibilidad sanitaria para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado, provincia de Los Andes, V Región.

RECEPCIÓN 12-11-2012

FIRMA

SANTIAGO, 05 NOV 2012

DE: SUPERINTENDENTA DE SERVICIOS SANITARIOS

A : SRA. KARLA FERNÁNDEZ ROJAS
HABITERRA S.A.

Se ha recepcionado en esta Superintendencia, su carta del antecedente, mediante la cual solicita la aprobación del Estudio de Factibilidad Sanitaria para ampliar o dotar de agua y alcantarillado la localidad de San Esteban, provincia de Los Andes, V Región de Valparíso, requerido en el marco de la actualización del Plan Regulador Comunal de San Esteban (en adelante "PRC"), según lo dispuesto en el Art 42, letra b) de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Al respecto, revisados los antecedentes remitidos, esta Superintendencia manifiesta su conformidad con el mencionado estudio. Con todo, cúmpleme informar a Ud. lo siguiente:

1. La localidad de San Esteban posee servicios de agua potable y alcantarillado, los cuales son prestados por la empresa ESVAL S.A.

   De acuerdo a los antecedentes con que cuenta esta Superintendencia, los recursos hídricos que conforman el sistema actual de producción de agua potable de la empresa concesionaria son los siguientes:

Tabla 1 Fuentes Producción Sistema San Esteban

Fuente	Caudal de Explotación
Sondaje 758	25 l/s
Sondaje 759	28 l/s
Sondaje 3	45 l/s
Total	**98 l/s**

SISS
Superintendencia de Servicios Sanitarios
Moneda 673, Piso 9
Código Postal: 6500 721
Teléfono: 56 – 2 – 382 4000
Fax: 56 – 2 – 382 4002 / 382 4003
Santiago de Chile
http://www.siss.gob.cl

1

La capacidad actual de explotación de las fuentes, según da cuenta el cuadro anterior, declarada por la concesionaria en su Plan de Desarrollo vigente, es menor a la demanda de agua potable proyectada en el PRC; sin embargo, los derechos que posee sobre las fuentes son 135 l/s, caudal que permitiría a la empresa ampliar su concesión y abarcar un territorio de concesión superior al actual, previo aumento de la capacidad de extracción de las fuentes de agua potable.

La infraestructura para la distribución de agua potable y recolección de aguas servidas debe ser analizada al momento de solicitar la ampliación del territorio operacional, en su caso, ya que su ubicación espacial con respecto a la infraestructura existente, definirá las necesidades de extensión de redes y ampliación de obras de capacidad.

El tratamiento de aguas servidas se realiza a través de una laguna aireada, con capacidad para tratar un caudal medio de aguas servidas de 24,6 l/s, y la disposición se efectúa al río Aconcagua. El sistema tendría la capacidad de tratamiento suficiente para la demanda de aguas servidas proyectada en el PRC en todo su periodo de previsión.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, la concesionaria podría atender a la población emplazada en el terreno ubicado entre su territorio operacional y el límite urbano propuesto.

En caso de producirse periodos de sequía que limiten la capacidad de extracción de las fuentes, se deberá invertir en nuevas obras de producción que permitan el abastecimiento de agua potable a la población dentro del territorio operacional de la empresa concesionaria.

Lo señalado es sin perjuicio de que los Programas de Desarrollo se actualizan cada cinco años, en la oportunidad de la revisión de tarifas del concesionario, por lo que en este aspecto, deberá estarse a lo establecido en los siguientes estudios que se elaboren, sobre los cuales esta Superintendencia debe pronunciarse de conformidad a la Ley.

2. Respecto de aquellos sectores emplazados dentro del área urbana de la comuna pero fuera del territorio operacional de una empresa concesionaria, que requieran ser dotados de agua potable y alcantarillado, cualquier prestador puede solicitar la ampliación de su territorio operacional u otro interesado puede solicitar la concesión para proporcionar los referidos servicios, todo ello, de acuerdo a lo establecido en el D.F.L. MOP N°382/88 y su Reglamento.

   Lo anteriormente expuesto es sin perjuicio de la facultad de esta Superintendencia para licitar determinadas áreas cuando, por causas de interés social, sea necesaria la provisión de servicios sanitarios a sectores urbanos, conforme al Art. 33 A del citado D.F.L. MOP N°382/88, mecanismo que incluso contempla la posibilidad de ampliación forzada hacia el prestador más cercano que opere en la zona, previa concurrencia de los requisitos establecidos en la Ley.

3. Finalmente, informamos a Ud. que esta Superintendencia carece de competencia para pronunciarse sobre proyectos de aguas lluvias.

2

4. Sobre la materia, es todo cuanto puedo informar, quedando a su disposición ante cualquier duda o inquietud.

Saluda atentamente a Ud.,

MAGALY ESPINOSA SARRIA
Superintendenta de Servicios Sanitarios

MGB/SPG/MFH/CAM/arg
DISTRIBUCION:
(J:\Oficios\943-2012-CAM)

- Sra. Karla Fernández, Habiterra S.A
  Abelardo Pizarro 441, Providencia
- División de Concesiones.
- Oficina Regional V
- Oficina de Partes.

SISS
Superintendencia de Servicios Sanitarios
Moneda 673, Piso 9
Código Postal: 6500 721
Teléfono: 56 – 2 – 382 4000
Fax: 56 – 2 – 382 4002 / 382 4003
Santiago de Chile
http://www.siss.gob.cl

3