

# ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL COMUNA DE PORVENIR



## FASE II: APROBACIÓN

Proceso: Ingreso y Aprobación Informe Ambiental

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

Enero, 2023

## INDICE

I	INTRODUCCIÓN.....	4
II	DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y AGUAS LLUVIAS ACTUAL .....	6
II.1	Sistema de agua potable.....	6
II.1.1	Sistema actual .....	6
II.1.2	Análisis preliminar .....	14
II.1.3	Estudios preliminares. ....	14
II.1	Sistema de alcantarillado de aguas servidas .....	18
II.1.1	Sistema actual .....	18
II.1.2	Plano catastral .....	19
II.1.3	Redes .....	19
II.1.4	Análisis preliminar .....	20
II.2	Evacuación de Aguas Lluvias .....	23
II.2.1	Antecedentes.....	23
II.3	Conclusiones .....	28
II.3.1	Infraestructura sanitaria y aguas lluvias .....	28
II.3.2	Sistema actual de infraestructura sanitaria .....	28
II.4	Aguas Lluvias .....	29
III	ESTIMACIÓN DE NECESIDADES E IDENTIFICACIÓN DE MACRO-INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL PROYECTO PLAN REGULADOR .....	30
III.1	Agua Potable .....	30
III.1.1	Impulsión .....	31
III.1.2	Embalse.....	32
III.1.3	Embalse e Impulsión. ....	33
III.1.4	Incorporación de nuevos sectores con destino habitacional. ....	34
III.2	Alcantarillado de Aguas Servidas.....	35
III.3	Aguas Lluvias .....	35
IV	ANEXOS:.....	36

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Emplazamiento de la localidad de Porvenir.....	5
Figura 2 Proyección del Escenario Optimista .....	15
Figura 3 Infraestructura Sistema de Aguas Servidas, Porvenir.....	18
Figura 4 Propuesta Sistema de Agua Potable .....	30
Figura 5 Esquema de diseño para embalse .....	32
Figura 6 Sistema actual de redes de agua potable, sobrepuesto al PRC propuesto.....	34

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Característica de la captación de agua potable.....	8
Tabla 2 Desechos de agua y capacidad de fuentes superficiales por sector abastecido .....	8
Tabla 3 Oferta derechos superficiales – sin proyecto <sup>1</sup> .....	9
Tabla 4 Balance Oferta-Demanda fuentes (sin proyecto) .....	10
Tabla 5 Oferta-Demanda fuentes (sin proyecto) <sup>1</sup> .....	10
Tabla 6 Balance Oferta-Demanda Regulación año 2015 (situación sin proyecto) Balance volumen embalsado Laguna sin nombre (m3), Porvenir .....	11
Tabla 7 Características de las captaciones de agua potable .....	12
Tabla 8 Características de las matrices alimentadoras .....	13
Tabla 9 Características de la red de distribución.....	13
Tabla 10 Cantidad de arranques del sistema.....	14
Tabla 11 Proyección del Escenario Optimista.....	16
Tabla 12 Características de las redes de recolección. Servicio de Alcantarillado.....	19
Tabla 13 Características de las plantas elevadoras, Sistema de Alcantarillado.....	19
Tabla 14 Características de las Uniones Domiciliarias.....	20
Tabla 15 Características de las conducciones de disposición .....	20
Tabla 16 Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas (mm), Período: 1/10/19909 - 5/12/2019	24
Tabla 17 Año v/s P max 24 h.....	24
Tabla 18 Análisis de Frecuencia .....	25
Tabla 19 Período de Retorno.....	25
Tabla 20 Distribución horaria .....	26
Tabla 21 Aguas Lluvias Porvenir, según Método Snyder.....	27
Tabla 22 Propuesta Sistema de Agua Potable .....	30
Tabla 23 Parámetros hidráulicos para diseño.....	31
Tabla 24 Solución de Impulsión. Costos estimados (UF).....	32
Tabla 25 Solución tipo embalse. Costos estimados (UF).....	33
Tabla 26 Solución conjunta, costos estimados (UF) .....	33
Tabla 27 Requerimientos para la Población de Porvenir .....	35

## I INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Factibilidad Sanitaria y Aguas Lluvias, se realiza en el contexto de la “Actualización, prosecución y tramitación, Actualización Plan Regulador Comunal de Porvenir”, formando parte de los antecedentes básicos estipulados en la normativa vigente para la elaboración de Planes Reguladores Comunales y su consecuente aprobación.

Tal como lo indica el Artículo 42 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el Artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, uno de los requerimientos en el proceso de formulación o modificación de un Plan Regulador Comunal, es la elaboración de un Estudio de Factibilidad “...para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias cuando corresponda, en relación con el crecimiento urbano proyectado<sup>1</sup>”. Asimismo, la Circular DDU 227 indica que dicho Estudio “... contiene los aspectos técnicos que acreditan que en el territorio sujeto a regulación es factible ampliar la dotación existente, o dotar de agua potable o alcantarillado a sectores que actualmente no cuenten con esa dotación. Ello en relación con el crecimiento urbano proyectado por el Plan Regulador Comunal o su modificación...”

Dado el requerimiento antes señalado, así como la necesidad de verificar la disposición de la infraestructura sanitaria y aguas lluvias en su situación actual y proyectada, se realiza el siguiente Diagnóstico Sanitario para la localidad de Porvenir. El Estudio se divide en dos capítulos correspondientes al Diagnóstico Sanitario y Diagnóstico de Evacuación de Aguas Lluvias, no obstante que la Localidad no cuenta con Plan Maestro de evacuación de aguas lluvias por tener menos de 50 mil habitantes. Además, se describirán los sistemas de agua potable y alcantarillado existentes para la localidad y, si las hay, sus principales carencias con relación a la aplicación del Plan actualizado.

Expuesto lo anterior en relación con el trabajo solicitado, aprovecho la oportunidad para describir una breve reseña histórica que nos permitirá conocer un poco más de los orígenes de esta Localidad: Porvenir es la capital de la comuna homónima de la provincia Tierra del Fuego en la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Su fundación data en 1894, en la bahía también homónima, bajo las direcciones del gobernador Manuel Señoret Astaburuaga y el presidente de Chile de la época Jorge Montt Álvarez. Tenía como principal objeto el de ocupar y proteger el territorio que se abría a la actividad ganadera con la Sociedad Ganadera Tierra del Fuego. Ya en el año 1883, en referencia al tratado de 1881 con el estado argentino, se instaló un destacamento policial en esa bahía para custodiar la superficie que correspondió a Chile, 29.487,7 km<sup>2</sup>, que sumados a los 18.507.3 km<sup>2</sup> del lado argentino conforman una de las islas más grandes del planeta con una superficie de 47.995 km<sup>2</sup> (aproximadamente 6 veces más grande que la Isla de Chiloé). En el año 1920 Porvenir era la principal ciudad de Tierra del Fuego con aproximadamente 2600 habitantes. Hoy la diferencia entre ambos países, con medidas geopolíticas diferentes, es abismante.

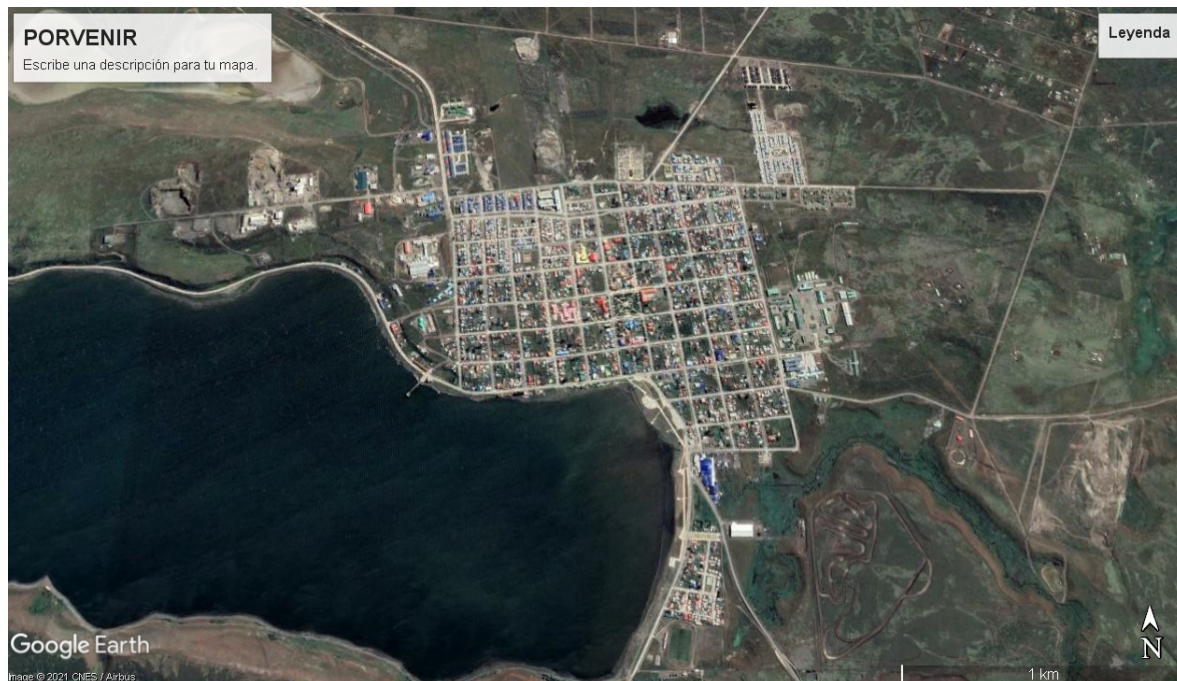
---

<sup>1</sup> Artículo 2.1.10, Punto 2. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Tierra del Fuego Argentina con aproximadamente 181.500 habitantes repartidos en 110.000 habitantes en Río Grande, 68.000 habitantes en Ushuaia y 3500 habitantes en Tolhuín, representan aproximadamente el 95.5% del total de la población de la Isla Grande de Tierra del Fuego. El crecimiento promedio, en los últimos cien años, de Porvenir fue de 34 habitantes por año. Luego, para el suscrito, proyectar un crecimiento poblacional para efectos de la factibilidad sanitaria en Tierra del Fuego y principalmente en Porvenir sin una política clara, de largo plazo que favorezca al asentamiento humano, podría resultar infructuoso.

La siguiente figura muestra la Localidad de Porvenir:

Figura 1 Emplazamiento de la localidad de Porvenir



Fuente: Google Earth

Porvenir se sitúa a aproximadamente 20 millas náuticas desde la ciudad de Punta Arenas, unidas por vías marítima o aérea y por tierra aproximadamente 315 km adicionando un cruce del Estrecho de Magallanes, mediante balceo, de aproximadamente 6 millas náuticas entre Punta Delgada y Bahía Azul en la Primera Angostura.

El sistema sanitario de Porvenir se encuentra concesionado a la Empresa Sanitaria de Magallanes, ESMAG S.A., empresa agrupada junto a otras empresas sanitarias, no privatizadas, en la empresa creada con ese fin "Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A.", ECONSSA CHILE, de propiedad de CORFO y presidida por el ingeniero Juan Carlos Latorre Carmona. Actualmente, los derechos de explotación han sido cedidos a la empresa Aguas Magallanes S.A.



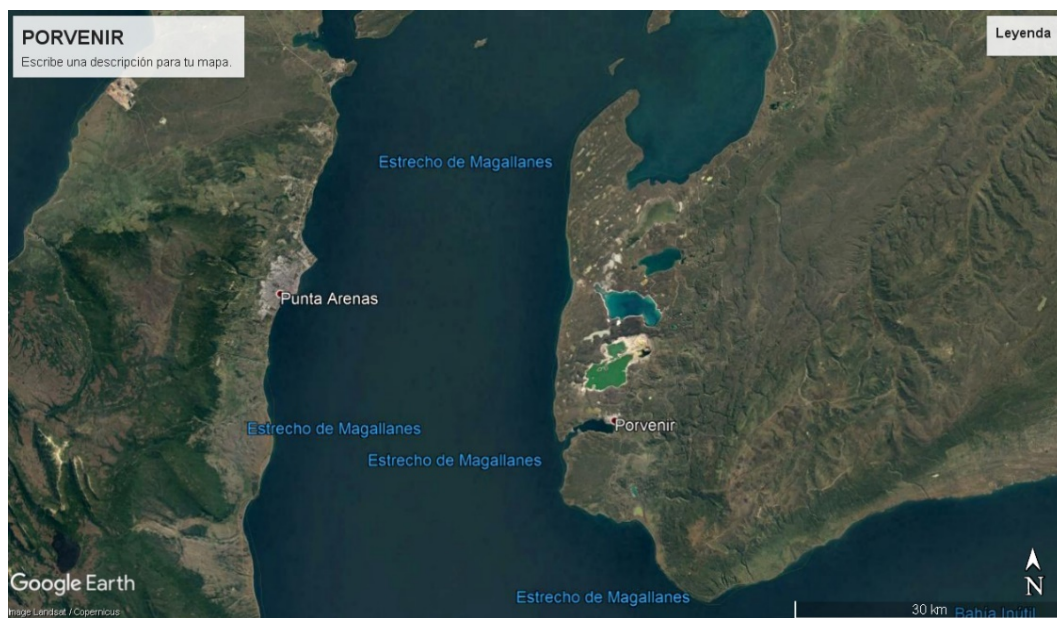
## II DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y AGUAS LLUVIAS ACTUAL

### II.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### II.1.1 Sistema actual

Como ya se hizo mención en el preámbulo, la ciudad de Porvenir está situada en la comuna de Tierra del Fuego en la Isla Grande de Tierra del Fuego, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Está emplazada a 20 millas náuticas de la ciudad capital regional, Punta Arenas, a través del Estrecho de Magallanes en dirección sureste.

Figura 2 Emplazamiento de Porvenir en el contexto regional



Fuente: Google Earth

Históricamente, la comuna de Porvenir basa su desarrollo económico en el sector frigorífico, ganadero, acuicultura, en menor medida, pesca, extracción aurífera y turismo incipiente.

En los últimos años no se ha observado un aumento en la oferta hotelera y gastronómica, vinculada al incremento del turismo, actividad que prácticamente se encuentra estancada. Porvenir apenas cuenta con 42 alojamientos pese a los numerosos atractivos turísticos en la Isla. De esta forma, podría estimarse una población flotante de 600 personas para la ciudad de Porvenir, durante los seis meses que dura la temporada alta.

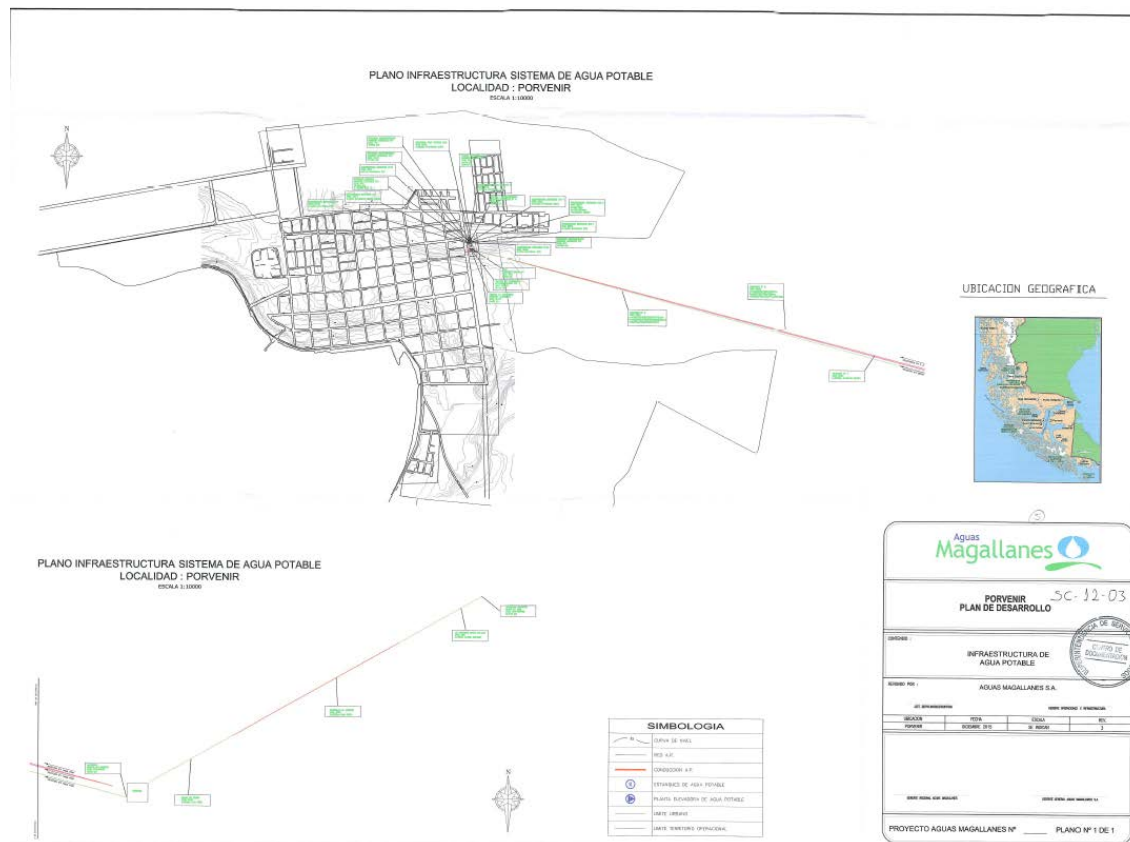
No se observa un esfuerzo de privados por transformar la capital comunal en una ciudad turística en Tierra del Fuego. Esta actividad se centra en la localidad argentina de Ushuaia con aproximadamente 600.000 turistas en el período estival e importante número de visitantes en el período invernal donde cobra gran importancia el cerro Castor cuyas pistas

de esquí ha permitido entre otras contar con la presencia de equipos olímpicos de diversos países de Europa, los que vienen a completar sus períodos de entrenamiento durante el estivo europeo.

Por su parte, la Empresa Sanitaria de Magallanes, ESMAG, construyó una planta de tratamiento de agua potable y de tratamiento de aguas servidas, transformando a Porvenir en la tercera localidad, al año 1999, en contar con un 100% en la cobertura de ambos servicios. Posteriormente ESMAG cedió los servicios de explotación a la empresa privada Aguas Magallanes, acciones que permitieron que el sistema sanitario de Porvenir esté totalmente cubierto por un buen servicio, tanto de agua potable como de recolección y tratamiento de aguas servidas.

### II.1.1.1 Plano catastral

Figura 3 Territorio Operacional de Agua Potable



Se anexa para mejor visualización

Para generar el presente análisis, se cuenta con un detallado informe correspondiente a la infraestructura de operación de la ciudad de Porvenir, elaborado por la empresa Aguas Magallanes, a cargo de la explotación del sistema de agua potable y alcantarillado de aguas servidas.

### II.1.1.2 Producción

De acuerdo con la información recolectada, el sistema actual cuenta con una captación de barrera y un canal de recarga, también con barrera, que captan el agua fresca desde el estero Porvenir. Cuentan con desarenador y están en buenas condiciones. Su característica principal es:

Tabla 1 Característica de la captación de agua potable

Nombre	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad Actual de Producción (l/s)
Captación Estero Porvenir	20	17.0
Canal de Recarga	5	5

Fuente: Registro D.G.A.

Ahora bien, Aguas Magallanes cuenta con los siguientes Derechos de Agua, Fuente Aguas Magallanes:

Tabla 2 Desechos de agua y capacidad de fuentes superficiales por sector abastecido

Nombre Sectr Porvenir Etapa: Producción		Derechos constituidos y/o en uso					
Código Captación BI	Nombre de Fuente	Identificación del Derecho	Punto de Captación del Derecho	l/s	Acciones	Res. DGA	Inscripción en el Conservador (Fojas, N° y Fecha)
101-POR02	Cap. Afluente Casas de Lata		Punto ubicado 1 km aguas abajo del cruce del chorrillo con la ruta Y-635	13,0		N° 310 de 29/07/94	Fojas 3, N° 3 de 12-05-97
				30,0		N° 310 de 29/07/94	Fojas 3, N° 3 de 12-05-97
103-POR01	Captación Laguna Sin Nombre		Punto ubicado en lado norte laguna sin nombre a 200 m del camino.	17,0		N° 310 de 29/07/94	Fojas 3, N° 3 de 12-05-97
				11,6		N° 59 de 15/02/84	Fojas 1, N° 1 de 07-05-84
	Chorrillo El Córdón		Zona de la laguna artificial aguas arriba de la laguna sin nombre	600,0		Otorgados judicialmente (1)	Fojas 3, No 1 de 27-07-1999

(1) Los derechos de la fuente Chorrillo El Córdón fueron otorgados judicialmente a través de la causa N° 32320 del Segundo Juzgado de Letras de Punta Arenas con fecha registrada a foja 15 17 vta 10 de marzo de 1999

Fuente: Registro D.G.A.



Lo anterior significa que con inversiones en obras de captación la oferta de agua con la que se cuenta es:

Tabla 3 Oferta derechos superficiales – sin proyecto <sup>1</sup>

Nombre Sector: Etapas :		Porvenir Producción		Nombre Fuente reserva <sup>(2)</sup>		Total Oferta Derechos Superficial <sup>(2)</sup>
Mes	Casas de lata	Laguna sin nombre	Laguna artificial	Oferta (l/s)	Oferta (l/s)	
	Oferta (l/s)	Oferta (l/s)	Oferta (l/s)	Oferta (l/s)	Oferta (l/s)	
Enero	13,0	11,6	600,0			624,6
Febrero	13,0	11,6	600,0			624,6
Marzo	13,0	11,6	600,0			624,6
Abril	13,0	11,6	600,0			624,6
Mayo	30,0	17,0	600,0			647,0
Junio	30,0	17,0	600,0			647,0
Julio	30,0	17,0	600,0			647,0
Agosto	30,0	17,0	600,0			647,0
Septiembre	30,0	17,0	600,0			647,0
Octubre	30,0	17,0	600,0			647,0
Noviembre	30,0	11,6	600,0			641,6
Diciembre	13,0	11,6	600,0			624,6

(1) Fuentes Superficiales: capacidad fuente (de acuerdo al derecho de agua de propiedad de la empresa) con 90%

(2) Incluir fuentes de reserva, si las hubiera

Fuente: Aguas Magallanes, 90% es la probabilidad de excedencia

Con ello, la laguna artificial hace las veces de embalse, para lo cual un buen modelo de simulación hidráulica permitirá determinar su nivel de previsión para cubrir los déficits, los que a primera vista se ven favorables para el crecimiento poblacional estimado por Aguas Magallanes.

De acuerdo entonces a lo expuesto, se resume, en los tres cuadros siguientes, la oferta de agua sin proyecto de captación, la demanda mensual y el porcentaje de seguridad para abastecimiento mensual:

Tabla 4 Balance Oferta-Demanda fuentes (sin proyecto)

Nombre Sector:		Porvenir		año 2015	
Etapas :		Producción			
Mes	Oferta Fuentes Superficiales (*)	Oferta Fuentes Subterráneas	Total Oferta Fuentes	Demanda media mensual (**)	Déficit (Superávit) (1)
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Enero	9,00		9,00	28,10	-19,10
Febrero	19,00		19,00	28,28	-9,28
Marzo	22,00		22,00	33,15	-11,15
Abril	37,00		37,00	33,46	3,54
Mayo	66,00		66,00	33,09	32,91
Junio	72,00		72,00	30,09	41,91
Julio	78,00		78,00	29,28	48,72
Agosto	71,00		71,00	28,95	42,05
Septiembre	100,00		100,00	25,24	74,76
Octubre	100,00		100,00	25,97	74,03
Noviembre	36,00		36,00	31,34	4,66
Diciembre	9,00		9,00	31,75	-22,75

(\*) Debe ser consistente con la oferta de fuentes

(\*\*)Corresponde a la demanda mensual. Como existe un embalse de regulación, se compara con caudal de producción medio mensual.

Nota (1): El deficit se cubre por la capacidad de almacenamiento de la laguna sin nombre. En Anexo 9 se presenta Estudio hidrológico y balance embalse. De acuerdo a la modelación para la demanda del año 2015 el sistema presenta un seguridad anual de abastecimiento de un 74%, segun se indica en cuadro siguiente. Cabe señalar que en la práctica el sistema no ha fallado

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

Tabla 5 Oferta-Demanda fuentes (sin proyecto) <sup>1</sup>

Nombre Sector:		Porvenir			
Etapas :		Producción			
Mes	Total Oferta Derechos Superficial (2)	Total Oferta Derechos Superficial (2)	Total derechos	Demanda	Déficit (Superávit) (1)
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Oferta (l/s)	(l/s)
0	624,6		624,6	40,6	584,0
1	624,6		624,6	41,6	583,0
2	624,6		624,6	42,0	582,6
3	624,6		624,6	42,4	582,2
4	624,6		624,6	42,7	581,9
5	624,6		624,6	43,0	581,6
6	624,6		624,6	43,2	581,4
7	624,6		624,6	43,4	581,2
8	624,6		624,6	43,6	581,0
9	624,6		624,6	43,7	580,9
10	624,6		624,6	43,9	580,7
11	624,6		624,6	44,0	580,6
12	624,6		624,6	44,2	580,4
13	624,6		624,6	44,3	580,3
14	624,6		624,6	44,5	580,1
15	624,6		624,6	44,6	580,0

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

Tabla 6 Balance Oferta-Demanda Regulación año 2015 (situación sin proyecto)  
Balance volumen embalsado Laguna sin nombre (m3), Porvenir

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Deficit (Falla)
1	53.091	24.423	95.014	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	114.880	
2	66.163	25.399	87.955	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	80.060	
3	18.038	0	8.988	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	97.898	57.009	1
4	21.770	68.098	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	117.558	
5	118.271	77.507	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	112.201	
6	112.733	118.271	76.369	118.271	118.271	51.830	118.271	95.476	118.271	118.271	118.271	72.025	
7	57.005	40.433	0	31.251	75.221	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	90.122	25.127	1
8	33.089	0	0	20.883	83.602	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	90.122	110.836	1
9	118.271	70.250	0	0	68.075	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	1
10	99.794	71.127	118.271	105.458	118.271	116.630	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	
11	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	
12	118.271	67.831	95.567	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	113.450	64.525	
13	90.718	100.757	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	90.774	
14	109.536	92.964	72.489	44.125	5.064	31.935	118.271	118.271	118.271	118.271	113.450	85.953	
15	118.271	72.669	118.271	87.314	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	69.347	
16	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	50.598	
17	11.040	50.110	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	58.633	
18	117.571	110.676	44.669	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	61.610	0	1
19	118.271	87.184	61.353	25.212	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	61.312	
20	118.271	75.088	118.271	118.271	100.638	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	90.122	41.197	
21	118.271	84.765	42.863	118.178	97.867	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	63.990	
22	45.859	7.515	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	92.714	59.860	
23	39.396	1.052	10.039	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	53.276	
24	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	72.025	
25	66.163	25.399	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	69.386	7.069	
26	0	0	0	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	69.386	118.271	1
27	61.433	49.700	50.652	19.695	90.449	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	42.563	
28	0	12.459	0	93.459	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	82.739	1
29	118.271	118.271	68.334	107.361	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	
30	118.271	65.411	18.153	5.340	6.455	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	
31	58.409	56.352	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	103.082	51.479	
32	0	0	0	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	82.346	14.673	1
33	0	39.070	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	118.271	97.898	19.511	1
Nº fallas	2	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9
% Seguridad anual de abastecimiento													74%

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

En la actualidad el agua fresca suministrada por la captación presenta buena calidad fisicoquímica, por lo que sólo requiere ser tratada por filtros de presión, que reducen la turbiedad y el color. La capacidad de estos filtros es de 50 l/s.

La aducción que pone en servicio a la captación hasta la planta de filtros se encuentra en buenas condiciones pese a su larga data, aproximadamente 25 años, y material cemento asbesto AW20, que es agredido por la acidez del suelo. Sus características de material e hidráulicas son las siguientes:

Tabla 7 Características de las captaciones de agua potable

Nombre	Tipo	Diámetro (mm)	Material	Longitud Total (m)	Capacidad Actual (l/s)
Aducción Captación	Aducción	250	Asbesto Cemento	9200	20
Acueducto Captación (Canal Recarga)	Acueducto	315	PVC C-10	915	5
			<b>TOTAL (m)</b>	<b>10.115</b>	

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

En el mismo recinto de la planta de filtros se procede a la desinfección biológica mediante el empleo de gas cloro. Diseñado también para 50 l/s. También se cuenta con una planta de fluoración. Hay dos estanques de regulación de hormigón armado, semienterrados 1000 m3 y elevado de 600 m3 respectivamente.

Aguas Magallanes en la Actualización de sus planes de desarrollo para la ciudad de Porvenir en el período 2016-2030 Rev.4 en su capítulo "Proyección de la demanda al año 2030", considerando tanto los clientes regulados como los que están fuera de la zona de concesión, estimó una población para ese año de **6.382 habitantes**. Destacan también el significativo consumo que tienen las 8 empresas mayores que trabajan en Porvenir, las que en conjunto tienen un consumo de **9.7 l/s**. Por otra parte, del análisis de coeficientes de máximo consumo adoptan **1.5** como factor hora de máximo consumo y **1.36** como factor máximo diario. Luego en base a estas consideraciones y las pérdidas tanto en producción como en distribución, la proyección de la demanda de agua potable al año 2030 es de:

**CAUDAL MEDIO DIARIO**

$$Q_{md} = \frac{Pobl * dot}{86400} = 17.31 \quad (l/s)$$

**CAUDAL MÁXIMO DIARIO**

$$Q_{máxd} = 1.36 * Q_{md} = 23.54 \quad (l/s)$$

**CAUDAL MÁXIMO HORARIO**

$$Q_{máxh} = 1.5 * Q_{máxd} = 35.31 \quad (l/s)$$

### II.1.1.3 Redes

El sistema en servicio es abastecido desde la planta de filtro, donde se sitúan los estanques reguladores mediante las siguientes matrices alimentadoras, en buen estado de conservación:

Tabla 8 Características de las matrices alimentadoras

Diámetro (mm)	Material	Longitud Total (m)	Capacidad Actual (l/s)
150	Fierro Fundido	450	14.7
200	Asbesto Cemento	450	21.2
200	PVC	450	24.3
<b>TOTAL (m)</b>		<b>1350</b>	

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

La red de distribución de agua potable, en buenas condiciones, presenta las siguientes características:

Tabla 9 Características de la red de distribución

Diámetro (mm)	Longitud (m)					Longitud Total (m)
	Cem. Asbesto	PVC	Acero	HDPE	Otro	
75	6635	538			1390	8563.0
90						
100	10543				220	10763.0
110		5938				5938.0
125	7185	665			1510	9360.0
140				559		559.0
150	1845					1845.0
160						
200		889.5				889.5
<b>TOTAL (m)</b>	<b>26.208</b>	<b>8.031</b>	<b>0</b>	<b>559</b>	<b>3.120</b>	<b>37.918</b>

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

Para servir al total de arranques que se indican a continuación:

Tabla 10 Cantidad de arranques del sistema

Diámetro (mm)	Número (N°)
13	1463
19	504
25	467
32	0
38	0
50	3
80	0
100	2
<b>TOTAL</b>	<b>2439</b>

Fuente: Infraestructura Operación Aguas Magallanes

Todos los arranques se encuentran profundos y en buen estado.

La red cuenta con 38 grifos, tipo columna, no congelables, de 100 mm de diámetro.

### II.1.2 Análisis preliminar

Al analizar preliminarmente los datos recogidos por catastro, se observan algunos requerimientos que pueden ser abordados en el tiempo y mediante un programa de inversión de acuerdo con la capacidad de la empresa. Luego habrá que mejorar, mediante obras de diversos tipos, lo siguiente:

- Nueva fuente de captación.
- Recambio de matrices secundarias.

Con el cumplimiento de dichos objetivos, será posible mejorar el sistema de captación para situaciones de bajas precipitaciones que han dejado de ser anómalas, pues éstas se han repetido en los últimos tres años hidrológicos y, garantizar así el crecimiento de la ciudad, mediante el reemplazo de redes que deberían estar por cumplir su vida útil, es decir, su mejoramiento material.

### II.1.3 Estudios preliminares.

#### II.1.3.1 Recolección y análisis de antecedentes

De acuerdo con el último Censo, 2017, Porvenir cuenta con una población de 5.992 habitantes y 2.439 viviendas, es decir, una familia media tiene 2.5 personas/vivienda aproximadamente, coincidente con el número de arranques en servicio informados. Ello da



cuenta de la fuga o emigración de habitantes los que sin lugar a duda corresponden a población joven. La dotación para esta localidad es de 234.3 l/s/hab.

Los cálculos se harán para la condición de las estimaciones de crecimiento poblacional y su horizonte al año 2045, de acuerdo con lo indicado en el gráfico siguiente se grafican los dos escenarios que se indican:

## ESCENARIO BASE

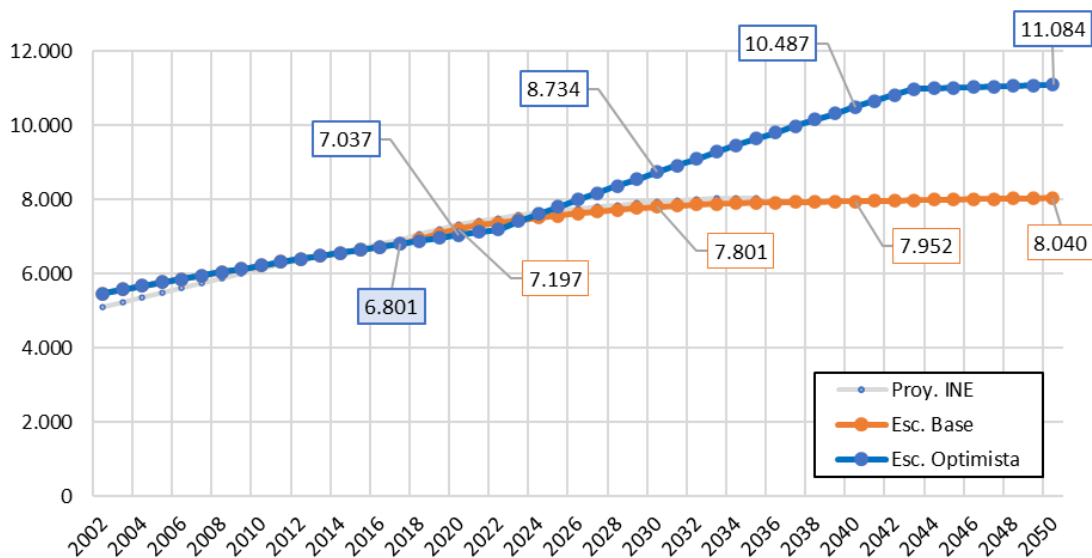
Con base en la proyección del INE, se ajustan los datos anuales proporcionalmente para coincidir con el dato oficial del año 2017. Además, se extrapola la tasa de crecimiento anual INE hasta el año 2050 para obtener población comunal hasta ese año.

## ESCENARIO OPTIMISTA

Se consideran antecedentes y proyecciones del Ministerio de Energía sobre Hidrógeno verde y sus oportunidades de empleo. Se efectúan supuestos de participación de la Región de Magallanes y de la comuna de Porvenir para poder estimar una inmigración futura con fines laborales.

Los cuales, llevados al gráfico y tabla de proyección, entregan como población a servir en 2045, un total de 11.018 habitantes, adoptándose a ese año 11.000 habitantes

Figura 2 Proyección del Escenario Optimista



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Proyección del Escenario Optimista

Año	Proy. INE	Escenario Base		Escenario Población	
		Población	Tasa de Crec. Anual	Población	Tasa de Crec. Anual
2002	5.100	5.465		5.465	
2017	6.920	6.801	1,26%	6.801	1,26%
2018	7.054	6.933	1,94%	6.880	1,16%
2019	7.190	7.066	1,93%	6.958	1,14%
2020	7.323	7.197	1,85%	7.037	1,13%
2025	7.697	7.565	0,79%	7.799	2,50%
2030	7.938	7.801	0,48%	8.734	2,15%
2035	8.046	7.908	0,11%	9.632	1,86%
2040		7.952	0,11%	10.487	1,63%
2045		7.996	0,11%	11.018	0,15%
2050		8.040	0,11%	11.084	0,10%

Fuente: Elaboración propia

### II.1.3.2 Caudales

Ahora bien, tal cual se mencionó, el consumo medio per cápita o dotación (dot) es, para la región de Magallanes (bajo riego de jardines, no hay piscina, etc.), de 234,3 l/hab./día. Consumo medio per cápita determinado y aplicado por la empresa sanitaria Aguas Magallanes S.A., a partir del cual para la población proyectada se tendría:

#### CAUDAL MEDIO DIARIO

$$Q_{md} = \frac{Pobl * dot}{86400} = 29.83 \quad (l/s)$$

#### CAUDAL MÁXIMO DIARIO

$$Q_{máxd} = 1.36 * Q_{md} = 40.57 \quad (l/s)$$

#### CAUDAL MÁXIMO HORARIO

$$Q_{máxh} = 1.5 * Q_{máxd} = 60.85 \quad (l/s)$$

### II.1.3.3 Captación y tratamiento

De acuerdo con la infraestructura actual, nos encontraríamos en el límite de la capacidad de potabilización de la actual planta de filtros, no teniendo que aumentar su capacidad para

el crecimiento poblacional futuro. Ésta fue diseñada para 50 l/s vs los 29.38 l/s de agua fresca que corresponden al consumo medio per cápita de la ciudad de Porvenir para la población proyectada al año 2045.

#### **II.1.3.4 Volumen de regulación total**

El volumen de regulación se compone de un porcentaje del consumo diario, un período de tiempo para reparación puntual y del volumen de incendio. Esto es:

$$V1 = 20\% \text{ Consumo medio diario} = 516 \text{ m}^3$$

$$V2 = 1,5 \text{ horas del consumo medio diario por reparación de red} = 160 \text{ m}^3$$

$$V3 = 4 \text{ horas incendio a } 16 \text{ l/s} = 230 \text{ m}^3$$

Luego, el volumen total requerido es de:

$$V_{\text{total}} = V1 + V2 + V3 = 906 \text{ m}^3$$

Es decir, para la proyección no hay déficit de regulación, ya que el volumen disponible y los estanques actuales en operación, suman 1600 m<sup>3</sup> de agua.

Ahora bien, el suscrito se toma las atribuciones de eliminar el concepto de volumen de incendio para viviendas de segunda clase, establecido por la Superintendencia desde hace ya algún tiempo que define una duración del incendio 2 horas en poblaciones menores a los 50.000 hab. y 4 horas en las poblaciones con mayor número de habitantes.

Lo anterior es considerado un grave error, puesto que el promedio de tiempo de un incendio supera las dos horas, lo que en Magallanes es agravado por el viento reinante. Es decir, se considera que 4 horas a 16 l/s, implicaría contar con 230 m<sup>3</sup> de agua en caso de siniestro.

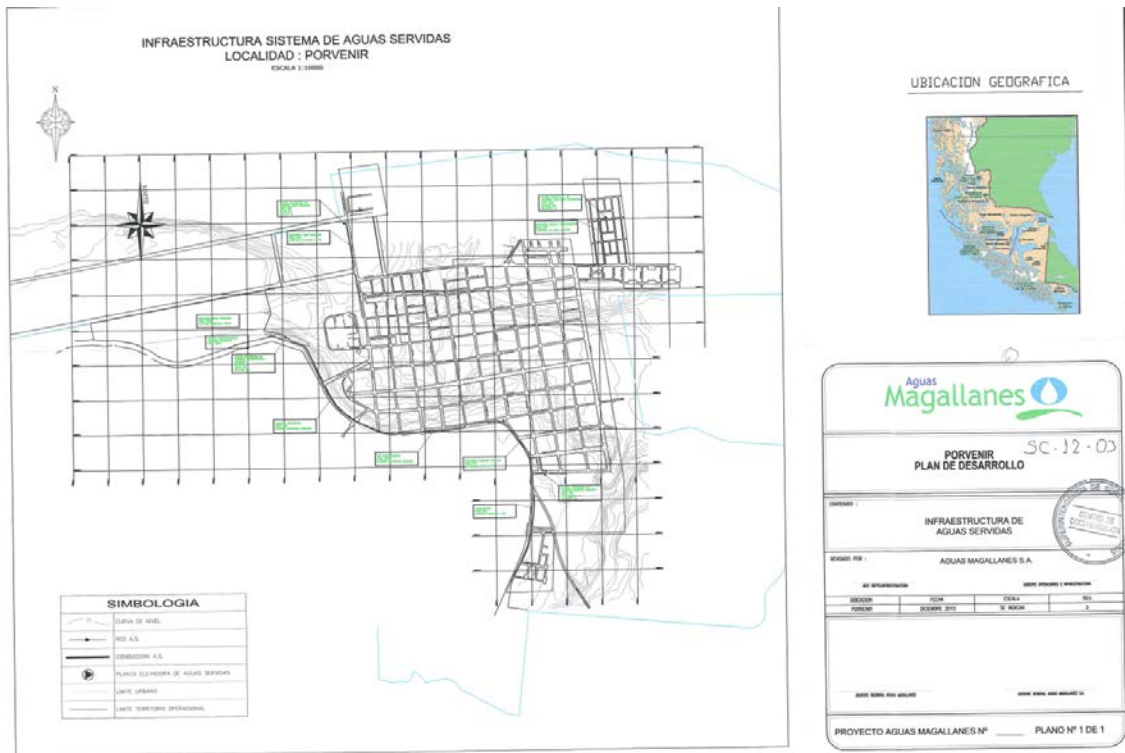
#### **II.1.3.5 Conclusión del análisis**

A modo de conclusión, se requiere buscar nuevas fuentes de captaciones a partir del año 2030 y pensar en un programa, a mediano plazo, de reemplazo de materiales en las redes, que, aunque están en buen estado, son de larga data y habrían cumplido con su vida útil, principalmente los materiales de hierro fundido y asbesto cemento.

Por último, habrá que considerar una sectorización más apropiada, de acuerdo con el plano regulador propuesto, entregando los caudales y presión óptimos para cada sector. Esto producto de que Porvenir mantiene una pendiente fuerte uniforme desde cerro a mar con lo que se podrían generar al menos 2 planos de presión.

## I.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

Figura 3 Infraestructura Sistema de Aguas Servidas, Porvenir.



Fuente: Aguas Magallanes.

Se anexan los planos en PDF.

### II.1.1 Sistema actual

Conforme a los antecedentes revisados, se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que sólo requerirá la reposición y reemplazo de colectores, además de un buen sistema de recolección y colector a planta secundaria de tratamiento, mediante plantas elevadoras situadas en la costanera. Sólo habrá que verificar, de acuerdo con la estimación de crecimiento poblacional, el incremento en las necesidades que se pudieran presentar.

Actualmente la ciudad cuenta con 100% de cobertura de alcantarillado y de tratamiento mediante lodos activados. Los efluentes de la planta son depositados a la Bahía previamente desinfectados mediante el uso de ultravioleta. No obstante, estos efluentes podrían, mediante un cambio cultural, ser enviados a la planta de tratamiento de agua potable para su potabilización.



El total de uniones domiciliarias es el siguiente:

### Tabla 14 Características de las Uniones Domiciliarias

		PORVENIR
Diámetro (mm)	Nº	Conservación <sup>(1)</sup>
100	1552	R+
110	122	
<b>TOTAL</b>	<b>1.674</b>	

(1) (B) Si está en buenas condiciones; (R+) Si está condiciones mejores que

Fuente: Aguas de Magallanes

Si bien hay 765 uniones menos que la cantidad total de arranques de agua potable se explica porque para el caso de las viviendas sociales se permitiría una unión por cada 2 casas pareadas. Considerando lo anterior, la cobertura de alcantarillado en la ciudad de Porvenir es del 100%.

La planta de tratamiento de aguas servidas es del tipo lodos activados, tiene una capacidad de tratamiento de 50 l/s y en la actualidad cuenta 20 años de servicio. Cuenta con las siguientes conducciones de disposición:

**Tabla 15 Características de las conducciones de disposición**

PORVENIR								
Código	Nombre	Tipo <sup>(1)</sup>	Diámetro (mm)	MATERIAL	Longitud Total (m)	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad Actual (l/s)	Conservación <sup>(2)</sup>
326	Emisario terrestre	ACUEDUCTO	400	BRA DE VIDR	5980		71	R+
3261	Impulsión PTAS Porvenir	IMPULSION	250	PEAD	414		95	B
(1) : Aducciones (A), Impulsiones (I) y Acueductos (Ac)			Total (m)		6.394,0			

(1) : Aducciones (A), Impulsiones (I) y Acueductos (Ac)

(2) (B) Si está en buenas condiciones; (R+) Si está condiciones mejores que regular; (R-) Si está condiciones menos que regular; (M) Si está en malas cond

Fuente: Aguas de Magallanes

### II.1.4 Análisis preliminar

#### II.1.4.1 Población

La población proyectada al año 2045 es de 11000 habitantes y, como será probado a continuación, la red tiene capacidad para absorber el crecimiento poblacional tendencial de los próximos 15 años, sin requerir grandes inversiones públicas.



### II.1.4.2 Caudales

En base a la población determinada se tiene:

- Población servida año 2045: 11000 habitantes
- Factor de capacidad (C):

$$C = \frac{\text{Población máxima posible}}{\text{Población supuesta}} : 100\%$$

$$C : 1.0$$

- Para el gasto máximo a nivel nacional, se calcula mediante la fórmula de Harmon, que se expresa de la siguiente forma:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P_1}}$$

$P_1$  = Población en miles

- Luego, el caudal máximo posible ( $Q_{mp}$ )=

#### CAUDAL MÁXIMO POSIBLE

$$Q_{mp} = \frac{M \cdot C \cdot R \cdot Pobl \cdot Dot}{86.400} \quad 42.61 \quad (l/s)$$

$$M = \text{Coeficiente de Harmon} \quad 2.91$$

$$R = \text{Factor de recuperación} \quad 0.90$$

$$\text{Dotación (l/s)} \quad 234.30$$

$$C = \text{Factor de capacidad (100\%)} \quad 1.00$$

- **Caudal de aguas lluvias ( $Q_{all}$ ):**

Pese a tratarse de un sistema unitario, debido al estado actual de la red, la infiltración de aguas lluvias al sistema de alcantarillado de aguas servidas es menor. Se considerará red en buen estado. De acuerdo con el catastro 12788 + 357 = 13.145 ml como más desfavorable.

$Q_{all}$ : f (longitud de la red: m, Climatología: Pp media anual en Porvenir es 343 mm, topografía de la zona: plano inclinado).

Al respecto, el suscrito desea hacer presente que la determinación del gasto de infiltración de aproximadamente 0,25 l/s/km, es estimado, por cuanto no existen antecedentes de infiltración en cañerías de hormigón y se estimará que las redes futuras serán estancas a las aguas lluvias.

Luego:

$$Q_{all} = 0,25 \times 13.145 = 3.29 \text{ l/s}$$

- Caudal de diseño ( $Q_d$ )

$$Q_d = Q_{mp} + Q_{all} = 42.61 + 3.29$$

$$Q_d = 45.90 \text{ l/s}$$

#### **II.1.4.3 Caracterización de la calidad de las aguas servidas**

No hay caracterización de las aguas. No obstante, la planta de tratamiento de aguas servidas, PTAS, que entró en funcionamiento hace más de 20 años posee un efluente que podría ser nuevamente potabilizado.

#### **II.1.4.4 Crecimiento**

La actual red de aguas servidas sirve a la totalidad de la localidad y tiene espacio para absorber una mayor población. No obstante que la planta de tratamiento de aguas servidas tiene una capacidad para 50 l/s estaría absorbiendo su margen de seguridad, lo que significará reestudiar su capacidad a esa fecha para saber si es necesario realizar una ampliación. Se encontraría en el límite de trabajo al año 2045.

## **II.2 EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS**

Porvenir creció con pavimentos estabilizados, por tanto, como único canal de evacuación de sus aguas lluvias se ocupó el conjunto de solera zarpa a través del cual escurren superficialmente. Posteriormente esos pavimentos fueron cambiados a Hormigón Vibrado sin dar una solución a las aguas lluvias debido a que por su condición climática de estepa con una precipitación nivopluvial media anual de 343 mm nunca ha presentado problemas de anegamientos en los puntos bajos de la ciudad.

Hoy, el MINVU cuenta con una acabada guía que busca resolver este tema apoyado en diversos Planes Maestros desarrollados a lo largo del País, estableciendo criterios generales de diseño, los que podrían ser aplicados a esta Localidad, no sin antes exponer que por la topografía del lugar estas escurren normalmente hacia la Bahía.

Sólo entonces, habría que considerar soluciones particulares de aguas lluvias si el cálculo así las justifica. Por otra parte, la proyección de población al año 2045 está bajo los 50.000 habitantes.

### **II.2.1 Antecedentes**

#### **II.2.1.1 Plano**

No se ha podido obtener ningún estudio o plano que aborde la evacuación de aguas lluvias.

#### **II.2.1.2 Generalidades**

Existen diversos sistemas de cálculo para evaluar el gasto de crecida o cálculo de avenidas. Generalmente, un sistema de alcantarillado de aguas lluvias drena hoyas pequeñas. Entre los métodos de cálculo citados para este tipo de hoyas, se propone el método de Snyder sustentado en los coeficientes generalizados del profesor Basilio Espíldora, el que más se emplea por su exactitud, adoptado para el presente estudio en base al plano regulador establecido.

Haciendo caso omiso a lo expresado en el párrafo anterior, aprovechando que se dispone de estadística de precipitación en la Localidad, se realizará un breve análisis para mejor concluir.

### II.2.1.3 Estadística disponible

Tabla 16 Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas (mm),  
Período: 1/10/1990 - 5/12/2019

<b>Estación:</b>	PORVENIR				
<b>Código BNA:</b>	12809001-0	<b>Altitud (msnm):</b>	35	<b>UTM Norte (mts):</b>	4094140
<b>Cuenca:</b>	TIERRA DEL FUEGO	<b>Latitud S:</b>	53° 17' 39"	<b>UTM Este (mts):</b>	408721
<b>SubCuenca:</b>	Costeras del E Magallanes, Cabo Esp. Santo y C. Mo	<b>Longitud W:</b>	70° 22' 10"	<b>Área de Drenaje (km2):</b>	0.00

Fuente: Dirección General de Aguas

Tabla 17 Año v/s P max 24 h

1990	17.9	2000	31.2	2010	29.5
1991	19.8	2001	15.6	2011	19
1992	23.5	2002	8.2	2012	13.3
1993	32.8	2003	14.5	2013	21.7
1994	16.1	2004	59	2014	30
1995	17.2	2005	10.2	2015	19.9
1996	40.2	2006	5.5	2016	26.3
1997	12.2	2007	7.5	2017	12.4
1998	31.5	2008	13.5	2018	
1999	11.4	2009	10.5		

Tabla 18 Análisis de Frecuencia

AÑO	Pmáx 24 h	AÑO	ORDEN	Pmáx 24 h	Prob(%)
1990	17.90	1996	1	40.20	3.45%
1991	19.80	1993	2	32.80	6.90%
1992	23.50	1998	3	31.50	10.34%
1993	32.80	2000	4	31.20	13.79%
1994	16.10	2010	5	29.50	17.24%
1995	17.90	2016	6	26.30	20.69%
1996	40.20	1992	7	23.50	24.14%
1997	12.20	2013	8	21.70	27.59%
1998	31.50	2015	9	19.90	31.03%
1999	11.40	1991	10	19.80	34.48%
2000	31.20	2011	11	19.00	37.93%
2001	15.60	1990	12	17.90	41.38%
2002	8.20	1995	13	17.90	44.83%
2003	14.50	2004	14	17.00	48.28%
2004	17.00	1994	15	16.10	51.72%
2005	10.20	2001	16	15.60	55.17%
2006	5.50	2003	17	14.50	58.62%
2007	7.50	2014	18	13.60	62.07%
2008	13.50	2008	19	13.50	65.52%
2009	10.50	2012	20	13.30	68.97%
2010	29.50	2017	21	12.40	72.41%
2011	19.00	1997	22	12.20	75.86%
2012	13.30	1999	23	11.40	79.31%
2013	21.70	2009	24	10.50	82.76%
2014	13.60	2005	25	10.20	86.21%
2015	19.90	2002	26	8.20	89.66%
2016	26.30	2007	27	7.50	93.10%
2017	12.40	2006	28	5.50	96.55%

Tabla 19 Periodo de Retorno

P.Retorno	Prob(%)	Pmáx 24 h
5	20.00%	26.30
10	10.00%	31.50
25	4.00%	35.00
50	2.00%	40.00
85	1.18%	44.00
100	1.00%	50.00

Cuya distribución horaria, de acuerdo con los coeficientes generalizados obtenidos de la publicación “Estimación de curvas de intensidad-duración-frecuencia” del ingeniero Basilio Espíldora, es la siguiente:

Tabla 20 Distribución horaria

DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 5 AÑOS					
	26.3				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	9.13	9.13	4.56
			-		
2	2 - 4	0.117	3.08	12.20	1.54
3	4 - 6	0.081	2.13	14.33	1.07
4	6 - 12	0.182	4.79	19.12	0.80
5	12 - 24	0.273	7.18	26.30	0.60
DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 10 AÑOS					
	31.5				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	10.93	10.93	5.47
			-		
2	2 - 4	0.117	3.69	14.62	1.84
3	4 - 6	0.081	2.55	17.17	1.28
4	6 - 12	0.182	5.73	22.90	0.96
5	12 - 24	0.273	8.60	31.50	0.72
DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 25 AÑOS					
	35				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	12.15	12.15	6.07
			-		
2	2 - 4	0.117	4.10	16.24	2.05
3	4 - 6	0.081	2.84	19.08	1.42
4	6 - 12	0.182	6.37	25.45	1.06
5	12 - 24	0.273	9.56	35.00	0.80
DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 50 AÑOS					
	40				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	13.88	13.88	6.94
			-		
2	2 - 4	0.117	4.68	18.56	2.34
3	4 - 6	0.081	3.24	21.80	1.62
4	6 - 12	0.182	7.28	29.08	1.21
5	12 - 24	0.273	10.92	40.00	0.91
DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 85 AÑOS					
	44				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	15.27	15.27	7.63
			-		
2	2 - 4	0.117	5.15	20.42	2.57
3	4 - 6	0.081	3.56	23.98	1.78
4	6 - 12	0.182	8.01	31.99	1.33
5	12 - 24	0.273	12.01	44.00	1.00
DISTRIBUCIÓN LLUVIA MÁXIMA 1 EN 100 AÑOS					
	50				
INTERVALO	HORAS	PI/P24	PRECIPITACIONES		INTENSIDAD
	TRANSCURRIDO		INTERVALO	ACUMULADA	mm/hr
1	0 - 2	0.347	17.35	17.35	8.68
			-		
2	2 - 4	0.117	5.85	23.20	2.93
3	4 - 6	0.081	4.05	27.25	2.03
4	6 - 12	0.182	9.10	36.35	1.52
5	12 - 24	0.273	13.65	50.00	1.14

Fuente: Espíndola, Estimación de curvas de intensidad-duración-frecuencia

La reagrupación de intervalos que da el gasto peak mayor es la siguiente:

3 - 1 - 2 - 4 - 5

Estos valores permiten con la tabla dinámica de Snyder a continuación determinar los caudales a drenar. Por ejemplo, para 2 ha y longitudes del cauce mayor 1 km y al centro de gravedad de la superficie a drenar medido desde el sumidero, se tiene:



**Tabla 21 Aguas Lluvias Porvenir, según Método Snyder**

MÉTODO SNYDER - AGUAS LLUVIAS PORVENIR		
DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
A : AREA DE LA HOYA	1.00	km2
L : LONGITUD CAUCE PPAL.	1.00	km
Lg : LONGITUD AL CENTRO DE GRAVEDAD	1.00	km
tp : TIEMPO DESDE EL CG DE LA PP	1.10	horas
EFFECTIVA AL PEACK H.U.S.		
tr : DURACIÓN DE LA PP	0.20	2horas
t'p: CORRECCIÓN tp	1.55	horas
Tp: TIEMPO AL PEACK DESDE EL	2.22	horas
INICIO DE LA PP		
qp : GASTO PEACK DEL H.U.	106.45	lt/s/mm
qp : GASTO PEACK DEL H.U.	0.106	m3/s/mm
qu : GASTO PEACK DEL H.U. CUENCA	0.106	m3/s/mm/km2

**Qall = 8.4 l/s**

## **II.3 CONCLUSIONES**

### **II.3.1 Infraestructura sanitaria y aguas lluvias**

De acuerdo con lo expuesto en los acápite anteriores, la localidad de Porvenir cuenta con una infraestructura sanitaria con cobertura total que puede crecer para un horizonte de 15 años, absorbiendo las demandas futuras, pero, que debe reponer, según el catastro de instalaciones, toda la estructura sanitaria que haya cumplido su vida útil. Ahora bien, para el año 2045, tiene que contar con una nueva fuente de agua potable dado que los recursos disponibles se encuentran muy al límite. Por ejemplo, una mala operación en el uso de la laguna sin nombre podría dejar a la Localidad con problemas de suministro. Además, el coeficiente de seguridad en los meses de diciembre a marzo, determinado por la propia Concesionaria del derecho de explotación, 74%, está por bajo del 90% como probabilidad de excedencia exigido para obras de agua potable. Lo anterior significa que se debe contar con una nueva fuente, la que no exime la opción de embalse para recolectar los superávits de los siguientes meses desde abril a noviembre. Con el objeto planteado, esta obra debe entrar en servicio en el año 2037 y por lo tanto su ingeniería básica conceptual debería comenzar, según la experiencia regional, durante los años 2025 a 2026.

Entre las mejoras que el sistema requiere están las del sistema actual de Infraestructura sanitaria (agua potable, aguas servidas)

### **II.3.2 Sistema actual de infraestructura sanitaria**

El sistema actual de infraestructura sanitaria requiere resolver los siguientes aspectos:

#### **II.3.2.1 Agua Potable**

Deben reponerse las redes que ya han cumplido con su vida útil y materialidad de larga data.

Tanto el volumen de regulación como la planta de filtros permiten el crecimiento poblacional estimado al año 2037.

Por último, se sugiere mejorar el sistema de distribución. Para ello habrá que considerar la sectorización más apropiada de acuerdo con el plano regulador propuesto, entregando los caudales y presión óptimos por sector, análisis que corresponderá a la etapa de ingeniería de detalles de responsabilidad de la Concesionaria.

#### **II.3.2.2 Aguas servidas**

Porvenir cuenta con un buen sistema de recolección domiciliaria, colectores, plantas elevadoras y una planta de tratamiento por lodos activados que permiten el crecimiento poblacional proyectado al año 2037. Sólo sería necesario analizar la real capacidad ocupada de su planta de tratamiento a esa fecha.

Dado el bajo carácter turístico de la ciudad, el principal beneficio conseguido con la instalación de la planta de tratamiento de aguas servidas es haber eliminado la contaminación visual y los malos olores de la costanera.

Por otro lado, se reconoce la eliminación de las múltiples descargas de aguas residuales a la Bahía, a través de su costanera, las que generaban una velocidad de contaminación que superaba en muchas veces la velocidad de la naturaleza en su afán por degradar las impurezas adicionadas, con resultados casi catastróficos de malos olores, aumento de la concentración de fósforo, incipiente eutrofización, etc.

En términos generales, se propone un recambio de materialidad de la red, hacia un sistema de cañerías que elimine en el mediano plazo a las cañerías de larga data en hormigón tipo Rocalit 2000.

## **II.4 AGUAS LLUVIAS**

Se sugiere que a medida que se realicen obras de pavimentación y/o reparación, al mismo tiempo, construir sifones tipo que permitan aprovechar las descargas (de evacuación de aguas servidas) que quedaron fuera de servicio con la puesta en marcha de las PEAS.

En todo caso, dados la topografía de la ciudad, los canales naturales que la atraviesan y su precipitación media, no sería necesario construir un sistema especial de evacuación de aguas lluvias.

### III ESTIMACIÓN DE NECESIDADES E IDENTIFICACIÓN DE MACRO-INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL PROYECTO PLAN REGULADOR

#### III.1 AGUA POTABLE

Como ya se hizo mención en los acápite anteriores, para la proyección de la población estimada al año 2045 hay que considerar una fuente adicional que:

- Si es superficial, tenga al menos una probabilidad de excedencia >90 %
- Si se opta por embalsar, su nivel de previsión debe ser 70%

En ambos casos es muy necesario caracterizar las aguas de la fuente y determinar de esa manera las obras de potabilización requeridas en cada caso.

No obstante, lo anterior, se propone la construcción de un embalse y/o impulsión, según concluya la ingeniería, desde el Río Serrano en el Cordón Baquedano, que tendría aproximadamente las siguientes características:

Figura 4 Propuesta Sistema de Agua Potable

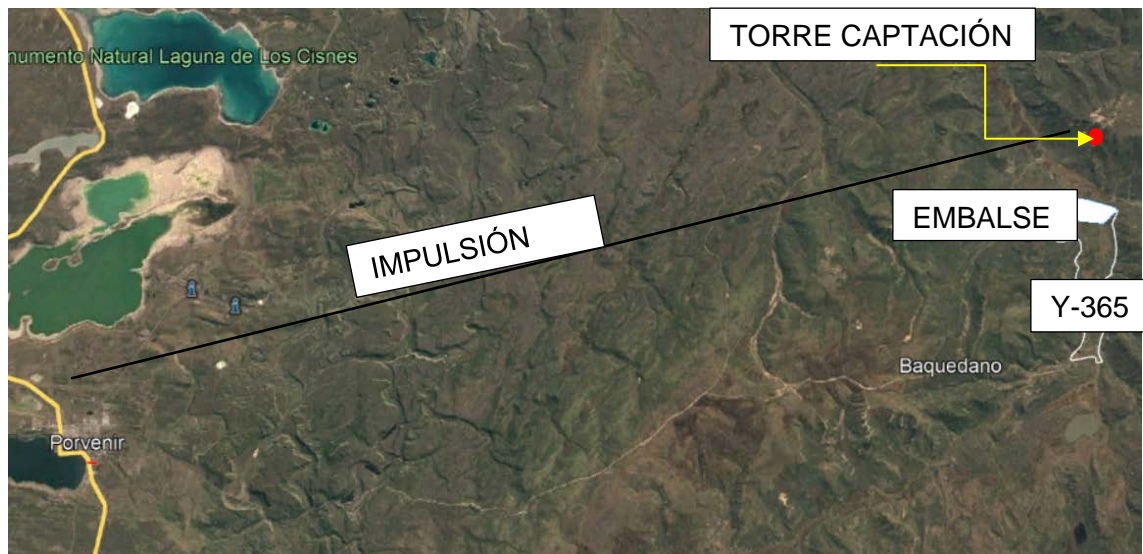


Tabla 22 Propuesta Sistema de Agua Potable

IMPULSIÓN (km)	VOLUMENES		RELACIÓN MURO/EMB.
	MURO (m3)	EMBALSE (m3)	
33.5	44000	160000	1/3.6

### III.1.1 Impulsión

Esta se calculará para un caudal de 25 l/s que absorberá 10 l/s crecimiento industrial y turístico y 5.531 habitantes adicionales, es decir aproximadamente 11.553 habitantes al año 2045. Luego, sus características hidráulicas para esta condición son: (se prevé que será solución sin necesidad de embalsar).

Tabla 23 Parámetros hidráulicos para diseño

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	HDPE PN10 250
a	0.0010
b	1.8520
c	4.8700
e	14.800
J (m/m)	0.0017
Dint (m)	0.2204
Q (m3/s)	0.0250
L (m)	35,000
J*L (mca)	59.6503
Dhsing (mca)	14.9126
Htotal (mca)	74.5629
V (m/s)	0.6553
Vop (m/s)	350.0000
GA=Vop*a/g (mca)	35.0000
Hmáx (mca)	109.5629
POTENCIA HP	112
Se recomienda	2 Etapas
VOGT	3xN630/260

Su costo aproximado, el que incluye captación e impulsión con cámara previa de filtro rotatorio horizontal y la impulsión propiamente tal, en UF sería:

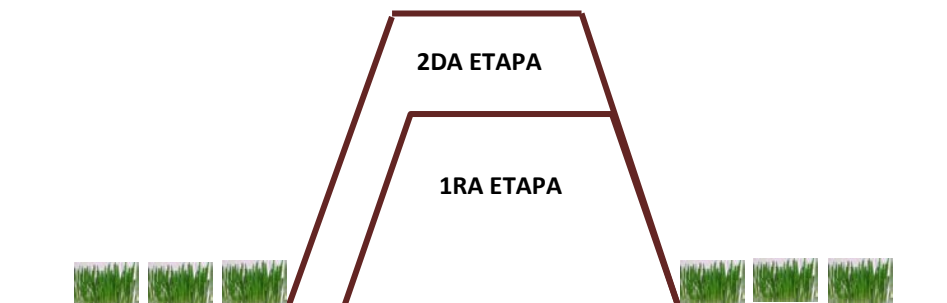
Tabla 24 Solución de Impulsión. Costos estimados (UF)

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTALES (UF)
A	INGENIERÍA	
1	INGENIERÍA BÁSICA	2,110
2	INGENIERÍA DETALLES	1,266
3	SERVIDUMBRES	2,067
B	EMBALSE	
4	MURO Y VERTEDERO	8,637
5	FILTRO ROTATORIO	802
6	SALA DE BOMBAS	5,553
C	IMPULSIÓN	
7	IMPULSIÓN	62,005
8	OBRAS CIVILES	1,080
9	VENTOSAS AEROCINÉTICAS	5,784
10	DESAGUES	555
D	INSPECCIÓN	1,266
	<b>TOTAL ESTIMADO (UF)</b>	<b>91,126</b>

### III.1.2 Embalse.

Es importante hacer hincapié que lo que se propone es una solución para cubrir los déficits, por tanto, quién desarrolle el proyecto de ingeniería debe considerar en su modelo de simulación hidráulica, al fijar el nivel de previsión del embalse, que esta obra solo debe ir cubriendo dichos déficits y acumulando el volumen cubierto como volumen simulado en el embalse, es decir, efluente más volumen equivalente para determinar su rebalse. Luego, el rebalse también será simulado y hay que identificar muy bien la altura real antes del siguiente bombeo. Entiendo que esta redacción es un poco difícil, pero no para un especialista hidráulico. Además, por la misma razón, el diseño del embalse deberá ser crecedor, toda vez que de adoptarse una solución conjunta a futuro, este podría iniciar la barrera de captación.

Figura 5 Esquema de diseño para embalse



Su costo aproximado incluyendo sólo la primera etapa sería de:

Tabla 25 Solución tipo embalse. Costos estimados (UF)

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTALES (UF)
A	INGENIERÍA	
1	INGENIERÍA BÁSICA	12,725
2	INGENIERÍA DETALLES	7,635
3	SERVIDUMBRES	2,067
B	EMBALSE	
4	MURO Y VERTEDERO	508,992
5	INSPECCIÓN	7,635
6	<b>TOTAL ESTIMADO (UF)</b>	<b>539,054</b>

### III.1.3 Embalse e Impulsión.

En caso de que la ingeniería indique una solución conjunta para asegurar el abastecimiento de agua fresca, esta tendría el siguiente valor estimado:

Tabla 26 Solución conjunta, costos estimados (UF)

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTALES (UF)
A	INGENIERÍA	
1	INGENIERÍA BÁSICA	12,725
2	INGENIERÍA DETALLES	7,635
3	SERVIDUMBRES	2,067
B	EMBALSE	
4	MURO Y VERTEDERO	508,992
5	TORRE DE CAPTACIÓN	7,635
5	FILTRO ROTATORIO	802
6	SALA DE BOMBAS	5,553
C	IMPULSIÓN	
7	IMPULSIÓN	62,005
8	OBRAS CIVILES	1,080
9	VENTOSAS AEROCINÉTICAS	5,784
10	DESAGUES	555
D	INSPECCIÓN	8,886
	<b>TOTAL ESTIMADO (UF)</b>	<b>623,718</b>





### III.2 ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

Basados en el plano anterior, se propone que el sistema de alcantarillado de aguas servidas desde el sector bajo, Santa María, que tanto los colectores como las plantas elevadoras intermedias sean por vacío. Tecnología que incipientemente se ha ido incorporando en Chile. El sector que defino como estero Porvenir, sólo requiere de 2 plantas elevadoras. Una a cada lado del estero. En total son aproximadamente 14.800 m de colector HDPE200 PN10. Para bahía Chilota se sugiere un sistema de recolección por vacío y retiro de estanque acumulador con destino hacia la PDTAS. El sector alto incorporado, no debería presentar ni un inconveniente de contar con un certificado de dación de servicios.

Se reitera entonces, un cambio de materialidad programado, especialmente de las cañerías de Rocalit 2000 y analizar la real ocupación de la Planta de Tratamiento de aguas Servidas previo al año 2045, dado que de acuerdo a la proyección esta estaría en su límite de diseño.

### III.3 AGUAS LLUVIAS

Su plan de manejo, de aguas lluvias, no requerirá de macro-infraestructuras.

Tabla 27 Requerimientos para la Población de Porvenir

<b>PORVENIR</b>	
<u>AGUA POTABLE</u>	
Q md	29.83 l/s
Qmáx d	40.57 l/s
Qmáx h	60.85 l/s
<u>AGUAS SERVIDAS</u>	
Qmp	42.61 l/s
Qall	3,29 l/s
Qdiseño	45.90 l/s

Fuente: Elaboración propia

## IV ANEXOS :

Se adjunta planos de infraestructura sanitaria:

1. Plan de Desarrollo: Territorio Operacional de agua potable y aguas servidas
2. Plan de Desarrollo: Infraestructura de Aguas Servidas
3. Plan de Desarrollo: Infraestructura de Agua Potable
4. Plan de Desarrollo: Sistema de Agua Potable, Esquema de Infraestructura Obras Futuras.
5. Plan de Desarrollo: Sistema de Agua Potable, Esquema de Infraestructura Obras Existentes.
6. Plan de Desarrollo: Sistema de Agua Servidas, Esquema de Infraestructura Obras Futuras
7. Plan de Desarrollo: Sistema de Agua Servidas, Esquema de Infraestructura Obras Existentes
8. Modelación Red Aguas Servidas