

# INFORME

## COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN REAL

### RED DE ALCANTARILLADO VALDIVIA

Elaborado por : Andrés Duarte Pino

Empresa : Hidrociclo Ltda.

Fecha : 04 de noviembre 2022

## 1. Introducción

Para fines de dimensionamiento de la infraestructura de aguas servidas, es necesario conocer el valor del coeficiente de recuperación. Según NCh1105 (4ta edición, 2019), el coeficiente de recuperación refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias), que se descarga al alcantarillado y depende, entre otros factores, de la estructura urbana del sector, del nivel socio-económico de la población y del uso que se le dé al agua. En general, el coeficiente de recuperación está comprendido entre 0,7 y 1,0. El proyectista debe justificar el valor aplicado.

En el presente estudio, se identificará el valor real del coeficiente de recuperación, calculado en base a valores medidos.

## 2. Metodología de cálculo del coeficiente de recuperación real.

Para el cálculo, se considerará el consumo de agua potable y la generación de aguas servidas por la población, en un mismo período.

### 2.1 Consumo mensual de agua potable población con cobertura de alcantarillado.

La información de consumo de agua potable es un dato medido mensualmente y confiable. Corresponde al dato de facturación mensual de la ciudad de Valdivia, de la población que posee cobertura de alcantarillado. Este dato corresponde a un volumen acumulado mensual (m<sup>3</sup>/mes).

El dato registrado en el SIFAC, corresponde a un dato para facturación del mes siguiente del mes efectivo de consumo. Por tal motivo, se hará un ajuste de fechas, de tal forma que, la información registrada en un mes será asignada al mes siguiente.

### 2.2 Consumo diario de agua potable de la población con cobertura de alcantarillado

Como se explicó anteriormente, el dato de facturación es un dato mensual (m<sup>3</sup>/día). No se cuenta con medición del consumo diario de agua potable de la población.

Para fines del cálculo del coeficiente de recuperación, interesará conocer la variación diaria del consumo de agua potable, para estudiar su comportamiento ante cambios de los hábitos de la población, ante eventos como precipitaciones, días con altas temperaturas, fines de semana, vacaciones, entre otros.

Se dispone del dato medido de volumen diario de salida de los estanques de agua potable de Picarte e Inés de Suárez. El cual, refleja el comportamiento o tendencia del consumo de agua potable, aunque no corresponde al volumen real consumido por la Población, por cuanto existe una pérdida de agua en las redes de distribución. Por lo tanto, se utilizará el volumen diario de salida de estanques como referencia para la estimación del volumen real consumido, asumiendo el supuesto que existe una correspondencia lineal entre ambos volúmenes. Es decir, se asumirá un % de pérdida de agua potable constante.

En términos prácticos, se calculará en valor promedio entre los datos de volumen diario de salida de estanques de un mes. Luego, se calculará un factor diario entre el volumen diario y el promedio mensual de volumen de salida de estanques. Vale decir, cada día tendrá un factor, que reflejará su variación diaria respecto del promedio mensual. Este factor diario se ponderará con el valor mensual de volumen registrado en el SIFAC, de tal forma de ir estimando el volumen diario de consumo de agua potable.

### 2.3 Volumen de aguas servidas generadas por la población

Como es sabido, el volumen de aguas servidas que genera una vivienda no se mide in situ. Por lo cual, no se cuenta con una medición del volumen de aguas servidas por Cliente.

El único dato medido de aguas servidas es el volumen medido a la salida de planta de tratamiento de aguas servidas (EDAS), como volumen de aguas servidas tratadas. No obstante, existen numerosos aportes o descargas de aguas de excesos, que deben ser considerados a la hora de disponer de un dato limpio, sin influencias externas.

Los aportes de aguas ajenas a las aguas servidas corresponden a aguas lluvias y aguas subterráneas, que se incorporan en la red de alcantarillado. Además de ellas, también se incorporan aguas al proceso de tratamiento en la EDAS, que deberán ser descontadas de los registros.

- Descuentos de aguas ajenas ingresadas a la red de alcantarillado.

Las aguas ajenas que ingresan a la red de alcantarillado no son medidas, ni existe una estimación confiable para ser considerada en los cálculos. En atención a ello, la única forma de eliminar su efecto es considerar períodos con ausencia de precipitaciones y mínima o nula influencia de las aguas subterráneas, lo cual solo se consigue en pleno verano de cada año. Por lo tanto, el cálculo del coeficiente de recuperación real de la ciudad de Valdivia, se realizará en períodos sin lluvias de los meses de verano de cada año.

Para el período de invierno, se seleccionarán días alejados de períodos con precipitaciones, para minimizar el aporte de las aguas lluvias. El aporte de aguas de infiltración, desde la napa no podrá ser eliminado, y deberá ser estimado.

- Descuentos de aportes de agua al proceso de tratamiento de la EDAS

Existe un volumen de agua potable, registrado, que es incorporado al proceso de tratamiento, como parte de procesos de aspersión para el control de olores, para la dosificación de insumos químicos, y para los procesos de limpieza de superficie con agua limpia. Este es un dato conocido (medido), que deberá ser descontado del registro de las aguas servidas tratadas a la salida de la EDAS.

- Descargas de aguas mixtas (aguas servidas mezcladas con aguas lluvias y aguas de napa)

Durante los períodos de lluvias y con el aporte de infiltración desde la napa subterránea, se produce un aumento del caudal recolectado de aguas en la red de alcantarillado, produciéndose rebases, desbordes a la vía pública, aliviaderos de emergencia y by-pass a la entrada de la EDAS. Todos estos volúmenes de aguas exceso, no son medidos. Por lo tanto, no pueden ser descontados, para fines del cálculo del coeficiente de recuperación. Ante ello, el cálculo del coeficiente de recuperación real de la ciudad de Valdivia se realizará en períodos sin lluvias de los meses de verano de cada año. Períodos, donde no existen evacuaciones desde la red hacia el exterior. Asegurándose que todo el caudal de aguas servidas que ingresa a la red de alcantarillado llega a la EDAS.

- Volumen de lodos extraídos de la EDAS

El agua contenida en los lodos generados en la EDAS, que equivale aproximadamente a un 70 % del volumen de los lodos. Debería ser descontado, porque constituye un volumen de agua que debería sumarse al caudal de salida de la planta de tratamiento. El volumen promedio mensual de lodos es de 250 m<sup>3</sup>/mes, con un volumen de agua de 175 m<sup>3</sup>/mes. Vale decir, un promedio diario de agua, de aproximadamente de 6 m<sup>3</sup>/día. Lo que equivale a un 0,02% sobre los 25.000 m<sup>3</sup>/día de aguas servidas tratadas. Lo cual resulta, despreciable.

En resumen, el cálculo del coeficiente de recuperación real de aguas servidas será calculado para el verano, en períodos de ausencia del ingreso de aguas lluvias, mínimo aporte de aguas de infiltración y eliminando los aportes de aguas al proceso de tratamiento en la EDAS de Valdivia.

Para el invierno, el coeficiente de recuperación, será estimado seleccionando períodos sin precipitaciones, estimado un aporte de aguas de infiltración desde aguas subterráneas, descontando el aporte de aguas al proceso de tratamiento en la EDAS de Valdivia.

## 2.4 Precipitaciones

Se cuenta con registros confiables de precipitaciones. Para fines de este informe, se han considerado las estadísticas registradas en la estación de la red Agromet del INIA, ubicada en las instalaciones de la Universidad Austral de Valdivia.

Los registros de precipitaciones cuentan con datos anuales, mensuales, diarios y horarios.

Para fines del cálculo del coeficiente de recuperación de aguas servidas, se considerarán los meses de menor precipitación, considerando los días sin precipitaciones.

## 3. Comparación entre consumo mensual de agua potable y volumen mensual de aguas servidas.

### 3.1 Consumo mensual de agua potable de la población con cobertura de alcantarillado

A continuación, se muestra un cuadro con la facturación de agua potable SIFAC, solo para los Clientes con cobertura de alcantarillado, desde el año 2018 a la fecha.

Facturación SIFAC (ajuste al mes real de consumo): Volumen mensual

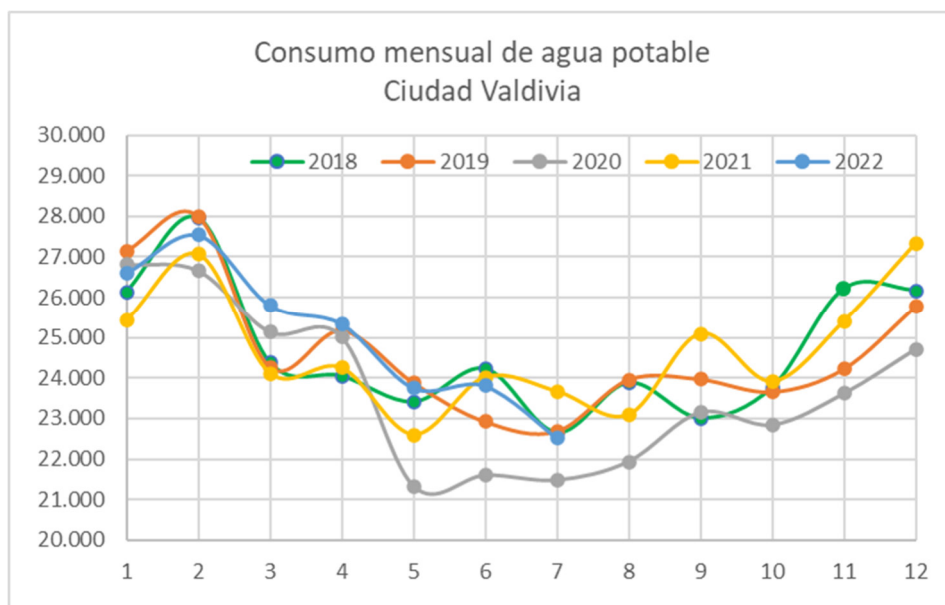
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	810.402	782.690	755.589	721.366	725.695	726.836	702.243	740.328	690.341	736.761	786.389	811.376
2019	841.727	783.958	752.155	755.239	740.261	687.631	703.250	742.773	718.985	733.317	726.715	798.920
2020	831.246	773.145	779.367	750.499	661.277	647.972	665.851	680.026	694.600	708.104	708.578	766.280
2021	788.361	757.937	747.599	727.447	700.464	720.547	733.655	715.755	753.005	741.294	762.340	847.653
2022	824.645	771.109	799.957	760.205	736.452	714.197	697.919					

Se debe tener presente que, existe un mes de desfase entre la fecha de facturación y el período real del consumo. Para fines de comparación, se ha hecho esta corrección. A continuación, se presenta el consumo real promedio diario por mes.

Facturación SIFAC (Mes real de consumo): Consumo medio diario

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	26.142	27.953	24.374	24.046	23.410	24.228	22.653	23.882	23.011	23.766	26.213	26.173
2019	27.152	27.999	24.263	25.175	23.879	22.921	22.685	23.960	23.966	23.655	24.224	25.772
2020	26.814	26.660	25.141	25.017	21.332	21.599	21.479	21.936	23.153	22.842	23.619	24.719
2021	25.431	27.069	24.116	24.248	22.596	24.018	23.666	23.089	25.100	23.913	25.411	27.344
2022	26.601	27.540	25.805	25.340	23.757	23.807	22.514					

En la gráfica siguiente, se muestra la variación mensual y anual de los consumos promedio diarios de agua potable, solo para la población que posee cobertura de alcantarillado.



Se puede observar que el mes de febrero posee el mayor consumo promedio diario de agua potable, consistente con el mes de mayores temperaturas ambiente, y mes de mayor afluencia de población flotante por turismo.

### 3.2 Volumen mensual de aguas servidas generadas por la Población con cobertura de alcantarillado

El volumen de aguas servidas generado por la población con cobertura de alcantarillado será calculado a partir del volumen medido de aguas servidas tratadas a la salida de la EDAS, al cual se le aplicarán dos descuentos:

- Volumen de agua potable incorporado al proceso de tratamiento, para control de olores, dosificación y limpieza (medido).
- Aporte de aguas de infiltración de la napa subterránea (estimación).

A continuación, se presenta el volumen mensual de agua potable incorporado al proceso de la EDAS, para fines de control de olores, dosificación y limpieza.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AÑO 2018	8.174	7.941	6.729	6.343	6.465	4.452	4.003	5.104	6.362	8.169	7.904	8.963
AÑO 2019	9.864	9.642	7.996	9.273	9.863	6.940	7.699	7.497	8.708	9.657	10.430	11.567
AÑO 2020	14.265	13.371	14.056	12.161	10.814	11.198	10.481	11.760	12.148	12.139	12.425	11.536
AÑO 2021	13.148	11.866	12.444	12.294	11.618	10.463	9.052	10.579	11.828	11.878	12.970	12.647
AÑO 2022	13.466	12.082	11.066	10.110	10.832	8.294	7.686	9.894	11.234			

Volumen de aguas servidas tratadas en la EDAS de Valdivia (medido)

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2018	823.023	643.634	773.291	790.229	918.134	922.071	990.439	1.034.858	904.507	920.454	830.466	810.965
2019	801.204	713.153	801.343	740.204	955.692	1.095.065	1.144.211	966.080	974.731	994.732	939.461	851.937
2020	817.893	762.801	753.414	803.936	1.090.957	1.221.806	1.298.393	1.187.727	1.014.926	892.835	781.793	826.103
2021	772.130	688.880	758.151	794.032	1.034.053	1.083.897	1.088.127	1.036.921	1.004.839	949.535	855.025	835.425
2022	940.931	746.215	890.632	924.657	1.058.960	1.111.523	1.334.582	1.230.655	11.234	0	0	0

Volumen de aguas servidas tratadas en la EDAS de Valdivia (con descuento de aporte de aguas limpias al proceso)

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2018	814.849	635.693	766.562	783.886	911.669	917.619	986.436	1.029.754	898.145	912.285	822.562	802.002
2019	791.340	703.511	793.347	730.931	945.829	1.088.125	1.136.512	958.583	966.023	985.075	929.031	840.370
2020	803.628	749.430	739.358	791.775	1.080.143	1.210.608	1.287.912	1.175.967	1.002.778	880.696	769.368	814.567
2021	758.982	677.014	745.707	781.738	1.022.435	1.073.434	1.079.075	1.026.342	993.011	937.657	842.055	822.778
2022	927.465	734.133	879.566	914.547	1.048.128	1.103.229	1.326.896	1.220.761				

Nota: Incluye descuento del agua potable incorporada al proceso

Asumiendo un 10% de infiltración de aguas desde napa subterránea, constante durante todo el año.

Volumen mensual aguas servidas medido en la EDAS de Valdivia, menos aporte de agua potable, menos la infiltración **10%**

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2018	733.364	572.124	689.906	705.497	820.502	825.857	887.792	926.779	808.331	821.057	740.306	721.802
2019	712.206	633.160	714.012	657.838	851.246	979.313	1.022.861	862.725	869.421	886.568	836.128	756.333
2020	723.265	674.487	665.422	712.598	972.129	1.089.547	1.159.121	1.058.370	902.500	792.626	692.431	733.110
2021	683.084	609.313	671.136	703.564	920.192	966.091	971.168	923.708	893.710	843.891	757.850	740.500
2022	834.719	660.720	791.609	823.092	943.315	992.906	1.194.206	1.098.685				

#### 4. Cálculo de coeficiente de recuperación promedio mensual

A continuación, se presenta un cuadro que calcula el coeficiente de recuperación promedio mensual para los últimos 5 años, asumiendo un 10% de infiltración desde la napa subterránea, constante durante todo el año.

##### Coeficiente de recuperación

Año	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
2018	0,90	0,73	0,91	0,98	1,13	1,14	1,26	1,25	1,17	1,11	0,94	0,89
2019	0,85	0,81	0,95	0,87	1,15	1,42	1,45	1,16	1,21	1,21	1,15	0,95
2020	0,87	0,87	0,85	0,95	1,47	1,68	1,74	1,56	1,30	1,12	0,98	0,96
2021	0,87	0,80	0,90	0,97	1,31	1,34	1,32	1,29	1,19	1,14	0,99	0,87
2022	1,01	0,86	0,99	1,08	1,28	1,39	1,71					

En el cuadro anterior, es posible observar que el mes febrero de cada año, presenta los coeficientes de recuperación más bajos. Justamente, corresponde al mes de menor precipitación anual, menor infiltración desde la napa, mayores temperaturas y mayor consumo de agua potable.

Para los meses de invierno, el calculo de coeficiente de recuperación es mayor que 1,0. La razón de ello, es el alto aporte de aguas lluvias y mayor aporte de aguas desde la napa subterránea a la red de alcantarillado.

Por lo tanto, solo se considerarán valores representativos del volumen medido de aguas servidas tratadas en la EDAS, aquellas mediciones realizadas durante días sin precipitaciones.

De esta forma, podrá calcularse un coeficiente de recuperación real, de manera confiable y objetiva, durante el mes más seco de cada año, sin el efecto de las precipitaciones.

Es esperable que el valor del coeficiente de recuperación diario de aguas servidas real, sea inferior al valor promedio mensual presentado en la tabla anterior.

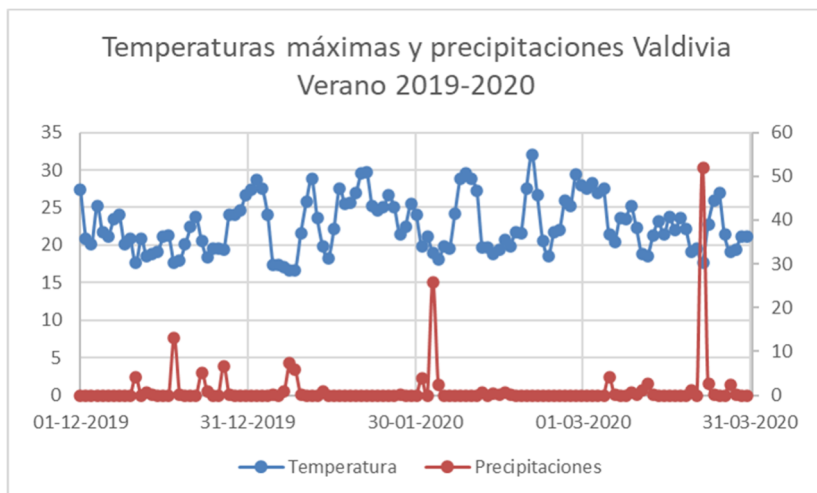
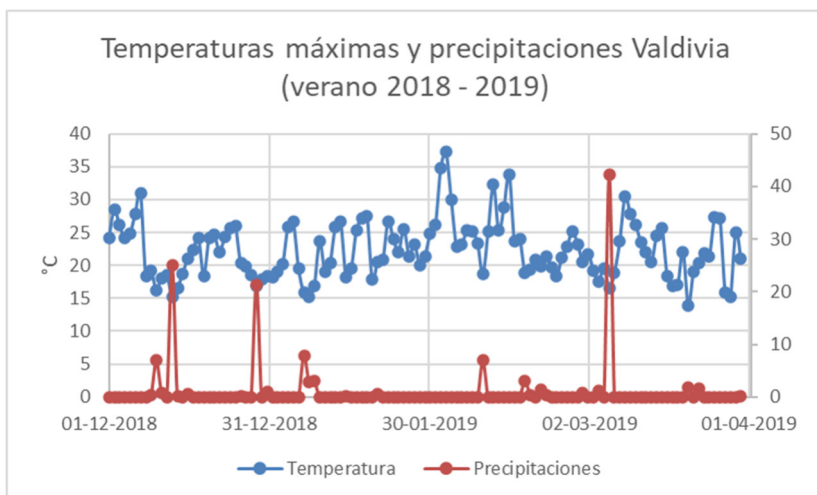
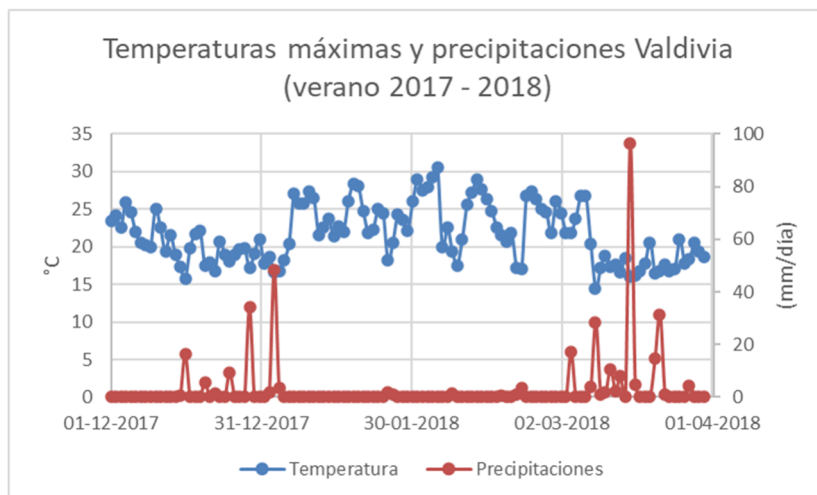
#### 5. Estadísticas de precipitaciones (Fuente: Red Agromet INIA)

A continuación, se resumen las precipitaciones acumuladas mensuales de los años 2018 y 2022.

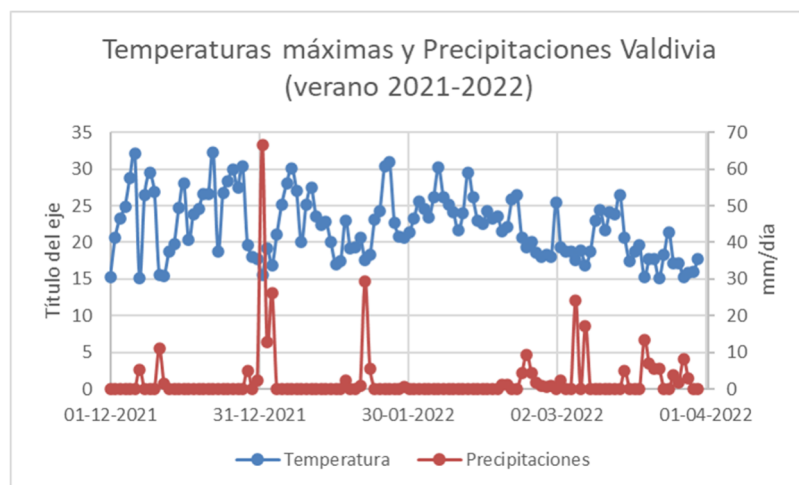
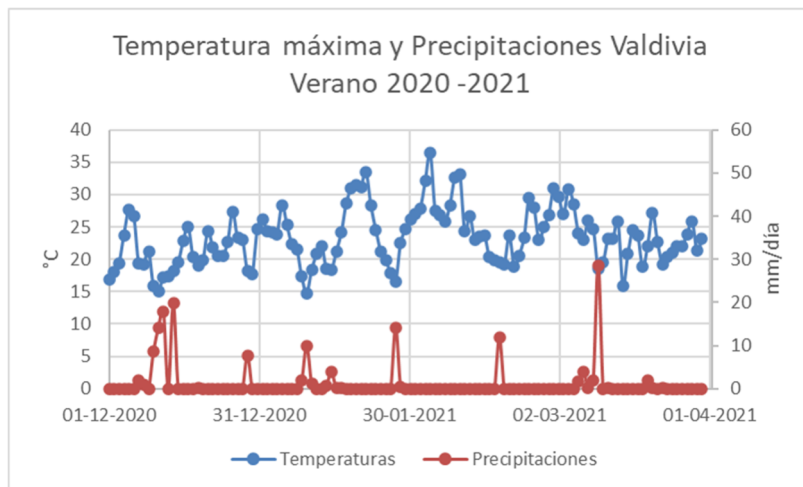
Precipitaciones acumuladas mensuales Estación red Agromnet INIA, U. Austral de Valdivia (mm/mes)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	57,4	7,5	227,7	222	224,1	300,3	196,6	412,3	251,7	178,2	137,3	56,3
2019	14,5	12,1	47,7	69,5	315,7	382,1	466	187,9	67,4	130,8	93,5	30,7
2020	15,9	34,2	67,6	69,8	46,4	528	451,5	194	93,4	64,8	45,6	71,1
2021	32,7	11,9	38,3	131,1	243,8	278	149,9	266,5	104,8	88,4	41,8	25,6
2022	144,7	24	98,9	253,9	138,8	367,8	458,1	212,2	156,4			

En este cuadro, se puede observar que los meses con menores precipitaciones corresponden a los meses de febrero 2018, febrero 2019 y febrero 2021







Temperaturas medias mensuales (°C)  
Estación Red Agromet INIA Universidad Austral de Valdivia

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	16,7	17,4	13,8	10,9	10,4	7,0	6,7	8,3	9,5	10,5	12,5	15,3
2019	15,1	17,2	14,7	11,4	10,2	8,6	7,8	7,6	9,1	10,2	13,3	14,8
2020	17,3	16,1	15,8	12,2	10,3	8,5	7,3	7,6	9,0	10,5	13,4	14,6
2021	16,7	17,9	16,3	13,1	10,0	7,4	7,0	8,1	9,4	11,3	13,7	16,9
2022	16,2	16,7	13,4	10,8	8,4	6,5	7,0	7,6	8,9			

Como puede verse, los meses de febrero de los años 2108, 2019 y 2021, fueron los meses con mayores temperaturas medias del aire en Valdivia.

Justamente, durante los meses de febrero de 2018, febrero de 2019 y febrero de 2021, fueron los meses de menor precipitación de los últimos 5 años. Coincidentemente, los valores de coeficiente de recuperación más bajos.

### **Criterio de selección de datos:**

Por lo tanto, se propone estudiar el resultado del cálculo del coeficiente de recuperación para los meses indicados anteriormente. Basados en el criterio, de asegurar la nula influencia de ingreso de aguas lluvias, y un mínimo aporte de infiltración con respecto a las aguas servidas.

### **6. Coeficiente de recuperación para días sin precipitaciones de los veranos 2018 a 2022**

En las tablas que se presentan en Anexo, se resumen los datos y cálculos detallados en la metodología de cálculo del coeficiente de recuperación

- Precipitaciones diarias
- Volumen de agua potable de salida de estanques
- Factor de varias diarias de consumo de agua potable
- Cálculo de consumo de agua potable diario (factor diario x consumo mensual de agua potable SIFAC)
- Volumen de salida de EDAS (m<sup>3</sup>/día)
- Volumen de salida de ESAS, menos el aporte de agua potable incorporado al proceso.
- Volumen de salida de EDAS, menos el aporte de agua potable incorporado al proceso, sin infiltración desde la napa subterránea.
- Coeficiente de recuperación (CR) diario de aguas servidas (sin infiltración).

- Los resultados observados, para supuesto de cero infiltración desde la napa subterránea:

Verano 2018: CR = 0,75

Verano 2019: CR = 0,84 – 0,87

Verano 2020: CR = 0,95- 0,98

Verano 2021: CR = 0,87 – 0,91

Verano 2022: CR = 0,94

Valor promedio CR = 0,83 (años con menores precipitaciones y supuesto cero infiltración)

- Los resultados observados, para supuesto de 10% de infiltración desde la napa subterránea:

Verano 2018: CR = 0,71

Verano 2019: CR = 0,82 – 0,84

Verano 2020: CR = 0,90- 0,93

Verano 2021: CR = 0,83 – 0,87

Verano 2022: CR = 0,89

Valor promedio CR = 0,80 (años con menores precipitaciones y supuesto 5% infiltración desde la napa subterránea)

- Los resultados observados, para supuesto de 10% de infiltración desde la napa subterránea:

Verano 2018: CR = 0,67

Verano 2019: CR = 0,76 – 0,78

Verano 2020: CR = 0,85 - 0,88

Verano 2021: CR = 0,78 – 0,82

Verano 2022: CR = 0,85

Valor promedio CR = 0,75 (años con menores precipitaciones y supuesto 10% infiltración desde la napa subterránea)

## 7. Coeficiente de recuperación para días sin precipitaciones de invierno

Para los meses de invierno, es posible aproximarse a un valor de coeficiente de recuperación, para aquellos días sin la influencia de las precipitaciones:

$$(\text{Consumo agua potable} \times \text{CR}) + \text{A.LL.} + \text{INFILT} = \text{Q medido EDAS} - \text{Q aportes de AP.}$$

CR : Coeficiente Recuperación

Se asumirá A. LL = 0

La Infiltración mínima será determinada para los días más alejados de las ultimas precipitaciones.

Incógnitas del modelo:

- Coeficiente recuperación (CR)
- Infiltración

## Análisis de la situación observada en julio y agosto de 2021.

Antes que todo, se establecerán algunas hipótesis básicas:

- La infiltración desde la napa en un fenómeno gradual posee influencia de las precipitaciones. En la medida que nos alejamos de una lluvia, la infiltración irá disminuyendo. Para fines del cálculo, se supondrá una infiltración de un 10% con respecto a las aguas servidas medidas.
- El coeficiente de recuperación por definición es un coeficiente menor que 1,0
- Sabemos que el factor de recuperación de invierno es mayor que en verano. Podemos suponer que se encuentra entre 0,9 y 1,0.

Observaciones:

Julio 2021:

- La segunda quincena del mes existe bajas precipitaciones
- El consumo diario es bastante constante durante el mes.
- Hacia fines del mes de julio 2021, se observa un descenso del volumen tratado de aguas servidas.
- Al seleccionar días alejados de precipitaciones, la cantidad de agua tratada en la EDAS, por sobre el volumen de agua potable, tuvo como valor mínimo un 30%.
- Este factor 1,3 se compone de un FR + INF.
- Al adoptar un % de infiltración de un 10%, los valores mínimos de coeficientes de recuperación resultan mayores que 1,0.

Agosto 2021:

- La primera quincena del mes existe bajas precipitaciones
- El consumo diario es bastante constante durante el mes.
- Durante las primeras semanas de agosto de 2021, se observa un descenso del volumen tratado de aguas servidas.
- Al seleccionar días alejados de precipitaciones, la cantidad de agua tratada en la EDAS, por sobre el volumen de agua potable, tuvo como valor mínimo un 20%.
- Este factor 1,2 se compone de un FR + INF.
- Al asumir un % de infiltración de un 10%, el coeficiente de recuperación resulta mayor 1,0.

Esta información, permite concluir que los valores de aporte de aguas lluvias de manera indirecta, hacen imposible o muy incierto el cálculo del coeficiente de recuperación para el invierno. Para fines del análisis general, deberá suponerse que, para el invierno, el valor del coeficiente de recuperación, fluctúa entre 0,90 y 1,0.

### Conclusiones generales:

1. El coeficiente de recuperación real debe ser calculado en base a mediciones objetivas, tanto del consumo de agua potable de la población con cobertura de alcantarillado, como el volumen de aguas servidas que genera este mismo conjunto de Clientes.
2. El volumen de aguas servidas generado por la población que posee red de alcantarillado es medido como el volumen de aguas servidas tratadas en la EDAS de Valdivia. Pero, se descuenta el volumen de agua potable que se incorpora al proceso, como aspersión para fines de control de olores y agua para dosificación de insumos químicos. Además, se descuenta el volumen de infiltración que se incorpora a la red de alcantarillado desde la napa subterránea.  
No existe una medición objetiva de esta incorporación. Para fines del cálculo, se ha considerado:  
Para el verano, se simularon distintos escenarios desde cero hasta un 10% infiltración desde la napa subterránea.  
Para el invierno, la infiltración mínima medida puede llegar a valores de 30% en pleno período de precipitaciones y nivel freático elevado.
3. El volumen de aguas servidas tratadas posee una importante influencia de la incorporación de aguas lluvias a la red de alcantarillado. Por lo tanto, para el cálculo del coeficiente de recuperación, se seleccionaron los períodos secos, sin precipitaciones.
4. Para fines del cálculo del coeficiente real de recuperación de la ciudad de Valdivia, se consideraron los últimos 5 años, desde 2018 a 2022, identificando los meses de febrero de los años 2018, 2019 y 2021, como los meses de menores precipitaciones. Vale decir, los meses más representativos.

5. Resultados observados:

Al considerar períodos sin precipitaciones de los meses de febrero de 2018, febrero de 2019 y febrero de 2021, se calcularon los siguientes valores de coeficiente de recuperación:

- CR = 0,83 (supuesto cero infiltración desde la napa subterránea)
- CR = 0,80 (5% de infiltración desde la napa subterránea)
- CR = 0,75 (10% de infiltración desde la napa subterránea)

Estos valores, son consistentes con el período de verano, donde las personas destinan mayor uso de agua potable para fines de riego de áreas verdes, riego de superficies exteriores y lavado de vehículos, aguas que no retornan al alcantarillado.

6. Se ha evaluado la situación en invierno, considerando días sin precipitaciones. Durante este período aumenta la infiltración de aguas subterráneas, muy dependiente de los períodos con precipitaciones.

Al considerar niveles de infiltración de un 10%, los valores resultantes del coeficiente de recuperación superan el valor 1,0. Lo que se traduce en que los aportes de aguas ajenas, son superiores. Lo cual, invalida o deja un nivel de incertidumbre muy alto, para el cálculo de dicho coeficiente.

Para fines de lograr conclusiones consistentes, se asumirá un valor de coeficiente de recuperación, mayor para el invierno, entre 0,90 y 1,0.

7. **Considerando todas las variables, la realidad observada en verano y invierno, se puede concluir que el coeficiente de recuperación real promedio anual y representativo para la ciudad de Valdivia, se encuentra en el rango 0,75 a 0,95. Por lo cual, se asume un valor medio de 0,85.**

ANEXO

Febrero 2018

feb-18 Día	Precipit. mm/día	Salida estanques	Variación diaria	Facturado (diario) estimado	Salida PTAS m3/día	Salida -AP 7941	Aguas Servidas 0%	Coef. Recup.	Coef. Recup. Promedio
1	0	40434	1,0106	28250	24501	24217	24217	0,86	0,83
2	0	40233	1,0056	28110	25142	24858	24858	0,88	
3	0	42267	1,0564	29531	24353	24069	24069	0,82	
4	0	43062	1,0763	30086	23589	23305	23305	0,77	
5	0	41743	1,0433	29165	25115	24831	24831	0,85	
6	0,4	40030	1,0005	27968	23850	23566	23566	0,84	
7	0	39893	0,9971	27872	24321	24037	24037	0,86	
8	1,4	41384	1,0344	28914	23552	23268	23268	0,80	
9	0,1	40941	1,0233	28604	22392	22108	22108	0,77	
10	0	40000	0,9998	27947	21347	21063	21063	0,75	0,75
11	0	40000	0,9998	27947	20332	20048	20048	0,72	
12	0	44238	1,1057	30908	22334	22050	22050	0,71	
13	0	40274	1,0066	28138	22093	21809	21809	0,78	
14	0	40610	1,0150	28373	22349	22065	22065	0,78	
15	0	42351	1,0585	29590	22356	22072	22072	0,75	
16	0	45402	1,1348	31721	22756	22472	22472	0,71	
17	0	40000	0,9998	27947	22307	22023	22023	0,79	
18	0,6	38225	0,9554	26707	22386	22102	22102	0,83	0,85
19	0	36816	0,9202	25722	22833	22549	22549	0,88	
20	0	38442	0,9608	26858	22715	22431	22431	0,84	
21	1,2	40739	1,0182	28463	22000	21716	21716	0,76	
22	3,7	34635	0,8657	24199	23168	22884	22884	0,95	
23	0,1	37830	0,9455	26431	23743	23459	23459	0,89	
24	0	38973	0,9741	27229	23455	23171	23171	0,85	
25	0	36206	0,9049	25296	22869	22585	22585	0,89	
26	0	39127	0,9780	27337	22970	22686	22686	0,83	
27	0	38196	0,9547	26687	22237	21953	21953	0,82	
28	0	38200	0,9548	26689	22569	22285	22285	0,83	
	7,5	1120251	28	<b>782690</b>	643634	635693	635693	0,81	
	0,3	40009	1	27953	22987	22703	22703	0,81	

Febrero 2019

feb-19	Precipitaciones	Salida	Variación	Facturado (diario)	Salida PTAS	Salida -AP	Aguas Servidas	Coef.	Coef. Recup.
Día		estanques	diaria	estimado	m3/día	9642	0%	Recup.	Promedio
1	0	40434	1,0169	28473	25453	25109	25109	0,88	0,87
2	0	40233	1,0119	28332	25182	24838	24838	0,88	
3	0	42267	1,0631	29764	23875	23531	23531	0,79	
4	0	43062	1,0830	30324	26837	26493	26493	0,87	
5	0	41743	1,0499	29395	25725	25381	25381	0,86	
6	0	40030	1,0068	28189	25668	25324	25324	0,90	
7	0	39893	1,0033	28092	25700	25356	25356	0,90	
8	0	41384	1,0408	29142	25560	25216	25216	0,87	
9	0	40941	1,0297	28830	24615	24271	24271	0,84	
10	6,9	38819	0,9763	27336	25185	24841	24841	0,91	0,84
11	0	34622	0,8708	24380	26280	25936	25936	1,06	
12	0	44238	1,1126	31152	25491	25147	25147	0,81	
13	0	40274	1,0129	28360	25564	25220	25220	0,89	
14	0	40610	1,0214	28597	24699	24355	24355	0,85	
15	0	42351	1,0652	29823	26478	26134	26134	0,88	
16	0	45402	1,1419	31971	24529	24185	24185	0,76	
17	0	39590	0,9957	27879	24623	24279	24279	0,87	
18	3,1	38225	0,9614	26918	27401	27057	27057	1,01	0,90
19	0,3	36816	0,9260	25925	26645	26301	26301	1,01	
20	0	38442	0,9668	27070	25650	25306	25306	0,93	
21	1,4	40739	1,0246	28688	25402	25058	25058	0,87	
22	0,4	34635	0,8711	24389	25506	25162	25162	1,03	
23	0	37830	0,9515	26639	26391	26047	26047	0,98	
24	0	38973	0,9802	27444	24626	24282	24282	0,88	
25	0	36206	0,9106	25496	25414	25070	25070	0,98	
26	0	39127	0,9841	27553	24720	24376	24376	0,88	
27	0	38196	0,9607	26897	25151	24807	24807	0,92	
28	0	38200	0,9608	26900	24783	24439	24439	0,91	
	12,1	1113282	28	<b>783958</b>	713153	703511	703511	0,90	
	0,4	39760	1	27999	25470	25125	25125	0,90	

Febrero 2020

feb-20	Precipitación	Salida	factor	Acturado (diario)	Salida PTAS	Salida -AP	Aguas Servida	Coef.	
Día		estanques	medio	estimado	m3/día	13371	0%	Recup.	
1	3,9	43202	1,1240	29966	25427	24966	24966	0,83	
2	0	33942	0,8831	23543	22412	21951	21951	0,93	
3	25,9	36470	0,9488	25296	29074	28613	28613	1,13	
4	2,4	35316	0,9188	24496	28026	27565	27565	1,13	
5	0	35924	0,9346	24918	25110	24649	24649	0,99	
6	0	36836	0,9584	25550	26385	25924	25924	1,01	
7	0	38063	0,9903	26401	26822	26361	26361	1,00	
8	0	38789	1,0092	26905	26572	26111	26111	0,97	
9	0	38201	0,9939	26497	25668	25207	25207	0,95	
10	0	39545	1,0288	27429	27837	27376	27376	1,00	
11	0	42545	1,1069	29510	27392	26931	26931	0,91	0,98
12	0,6	40809	1,0617	28306	27014	26553	26553	0,94	
13	0	38297	0,9964	26564	26479	26018	26018	0,98	
14	0,4	38392	0,9989	26630	25929	25468	25468	0,96	
15	0,1	35613	0,9265	24702	25491	25030	25030	1,01	
16	0,7	35409	0,9212	24560	25725	25264	25264	1,03	
17	0,2	36346	0,9456	25210	26996	26535	26535	1,05	
18	0	39299	1,0224	27259	26532	26071	26071	0,96	
19	0	39761	1,0345	27579	26080	25619	25619	0,93	
20	0	38811	1,0098	26920	25922	25461	25461	0,95	
21	0	40475	1,0530	28074	27113	26652	26652	0,95	
22	0	41918	1,0906	29075	25915	25454	25454	0,88	
23	0	37514	0,9760	26021	24498	24037	24037	0,92	
24	0	38004	0,9888	26360	26190	25729	25729	0,98	
25	0	38087	0,9909	26418	25863	25402	25402	0,96	
26	0	39240	1,0209	27218	26099	25638	25638	0,94	
27	0	38652	1,0056	26810	26830	26369	26369	0,98	
28	0	40167	1,0450	27861	26449	25988	25988	0,93	
29	0	39021	1,0152	27066	26951	26490	26490	0,98	0,95
Suma	34,2	1114648		773145	762801	762801	749430		0,99
Promedio	1,2	38436	1,0	26660	26303	25842		1	





## Coeficiente de Recuperación Aguas Décima S.A



Febrero 2021

feb-21	Precipitación	Salida estanques	Variación diaria	Acturado (diario) estimado	Salida PTAS m3/día	Salida -AP 11866	Aguas Servida 0%	Coef. Recup.	Coef. Recup. Promedio
1	0	40014	1,0120	27394	25587	25163	25163	0,92	0,87
2	0	41861	1,0587	28658	24752	24328	24328	0,85	
3	0	43446	1,0988	29743	25056	24632	24632	0,83	
4	0	45905	1,1610	31427	24938	24514	24514	0,78	
5	0	40691	1,0291	27857	24762	24338	24338	0,87	
6	0	38309	0,9689	26226	23450	23026	23026	0,88	
7	0	37359	0,9449	25576	23457	23033	23033	0,90	
8	0	40856	1,0333	27970	24807	24383	24383	0,87	
9	0	43336	1,0960	29668	24671	24247	24247	0,82	
10	0	44180	1,1174	30246	25857	25433	25433	0,84	
11	0	38919	0,9843	26644	23935	23511	23511	0,88	
12	0	39803	1,0066	27249	23958	23534	23534	0,86	
13	0	38243	0,9672	26182	24562	24138	24138	0,92	
14	0	37295	0,9432	25532	22773	22349	22349	0,88	
15	0	39162	0,9904	26811	24525	24101	24101	0,90	
16	0	38429	0,9719	26308	24318	23894	23894	0,91	
17	0	37948	0,9597	25980	23912	23488	23488	0,90	
18	11,9	35335	0,8937	24191	28728	28304	28304	1,17	
19	0	37057	0,9372	25369	24153	23729	23729	0,94	0,91
20	0	38524	0,9743	26373	24683	24259	24259	0,92	
21	0	35992	0,9103	24640	23127	22703	22703	0,92	
22	0	38803	0,9814	26565	25316	24892	24892	0,94	
23	0	39374	0,9958	26956	25151	24727	24727	0,92	
24	0	40519	1,0248	27740	24641	24217	24217	0,87	
25	0	40553	1,0256	27763	25141	24717	24717	0,89	
26	0	37033	0,9366	25353	23664	23240	23240	0,92	
27	0	38638	0,9772	26452	24604	24180	24180	0,91	
28	0	39531	0,9998	27063	24352	23928	23928	0,88	
11,9		1107115	28	757937	688880	677014	677014	0,89	
0,4		39540	1,0	27069	24603	24179	24179	0,89	



## Coeficiente de Recuperación Aguas Décima S.A



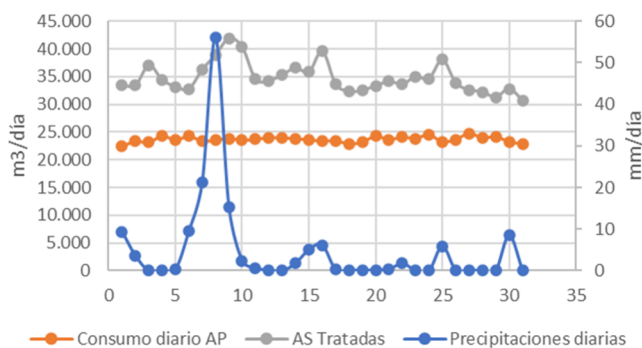
Febrero 2022

feb-22	Precipitación	Salida	Variación	Facturado (diario)	Salida PTAS	Salida -AP	Aguas Servida	Coef.	Coef. Recup.
Día		estanques	diaria	estimado	m3/día	12082	0%	Recup.	Promedio
1	0	37363	0,9619	26489	28172	27741	27741	1,05	
2	0	39683	1,0216	28134	28521	28090	28090	1,00	
3	0	40660	1,0467	28827	28251	27820	27820	0,97	
4	0	39697	1,0220	28144	27485	27054	27054	0,96	
5	0	39540	1,0179	28033	27360	26929	26929	0,96	
6	0	39510	1,0171	28012	26710	26279	26279	0,94	
7	0	41565	1,0700	29469	28181	27750	27750	0,94	
8	0	41197	1,0606	29208	26413	25982	25982	0,89	
9	0	39906	1,0273	28292	26702	26271	26271	0,93	
10	0	38598	0,9937	27365	28396	27965	27965	1,02	
11	0	40100	1,0323	28430	24895	24464	24464	0,86	
12	0	39827	1,0253	28236	26124	25693	25693	0,91	
13	0	40307	1,0377	28577	25398	24967	24967	0,87	
14	0	38643	0,9948	27397	26450	26019	26019	0,95	
15	0	40216	1,0353	28512	26564	26133	26133	0,92	
16	0	38862	1,0005	27552	26700	26269	26269	0,95	
17	0	41526	1,0690	29441	27243	26812	26812	0,91	
18	0	39119	1,0071	27734	25514	25083	25083	0,90	0,94
19	1,1	37608	0,9682	26663	25496	25065	25065	0,94	
20	1,1	36576	0,9416	25931	25464	25033	25033	0,97	
21	0,1	37548	0,9666	26621	26251	25820	25820	0,97	
22	0	39890	1,0269	28281	26017	25586	25586	0,90	
23	4,4	37017	0,9530	26244	25738	25307	25307	0,96	
24	9,4	37962	0,9773	26914	27134	26703	26703	0,99	
25	4,4	36277	0,9339	25719	25953	25522	25522	0,99	
26	1,9	36376	0,9365	25790	25299	24868	24868	0,96	
27	1	36778	0,9468	26075	26792	26361	26361	1,01	
28	0,6	35288	0,9084	25018	26992	26561	26561	1,06	
suma	24	1087639	28	771109	746215	734133	734133	0,95	0,95
Promedio	0,9	38844	1,0	27540	26651	26219,0	26219	0,95	

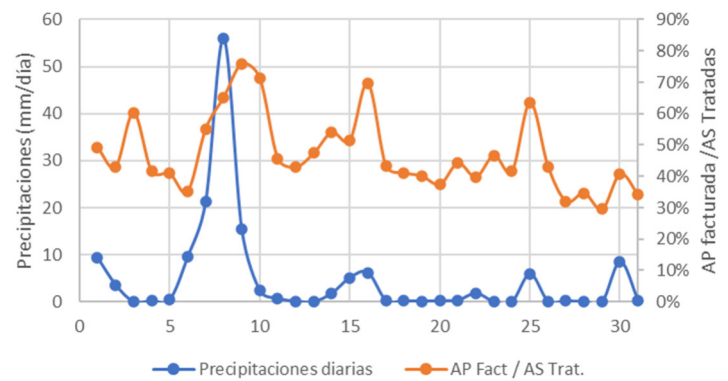
Julio 2021

jul-21	Precipit.	Salida	Variación	Facturado (diario)	Salida PTAS	Salida -AP	Aguas Servidas	Coef.	Coef. Recup.
Día	mm/día	estanques	diaria	estimado	m3/día	9052	10%	Recup.	Promedio
1	9,4	32.058	0,948	22.436	33.773	33.481	30.133	1,34	1,38
2	3,6	33.402	0,988	23.376	33.714	33.422	30.080	1,29	
3	0	33.051	0,977	23.131	37.377	37.085	33.377	1,44	
4	0,2	34.724	1,027	24.301	34.695	34.403	30.963	1,27	
5	0,4	33.657	0,995	23.555	33.493	33.201	29.881	1,27	
6	9,5	34.647	1,025	24.248	33.074	32.782	29.504	1,22	
7	21,3	33.422	0,988	23.390	36.586	36.294	32.665	1,40	
8	56	33.681	0,996	23.572	39.243	38.951	35.056	1,49	
9	15,4	34.076	1,008	23.848	42.262	41.970	37.773	1,58	
10	2,4	33.638	0,995	23.541	40.650	40.358	36.322	1,54	
11	0,7	33.849	1,001	23.689	34.806	34.514	31.063	1,31	
12	0,1	34.275	1,014	23.987	34.588	34.296	30.866	1,29	
13	0	34.223	1,012	23.951	35.600	35.308	31.777	1,33	
14	1,8	33.980	1,005	23.781	36.930	36.638	32.974	1,39	
15	5,1	33.778	0,999	23.639	36.116	35.824	32.242	1,36	
16	6,2	33.357	0,986	23.345	39.930	39.638	35.674	1,53	
17	0,3	33.544	0,992	23.476	33.945	33.653	30.288	1,29	1,28
18	0,2	32.714	0,967	22.895	32.602	32.310	29.079	1,27	
19	0,1	33.185	0,981	23.224	32.826	32.534	29.281	1,26	
20	0,2	34.656	1,025	24.254	33.631	33.339	30.005	1,24	
21	0,3	33.820	1,000	23.669	34.428	34.136	30.722	1,30	
22	1,8	34.387	1,017	24.066	33.934	33.642	30.278	1,26	
23	0	34.106	1,009	23.869	35.309	35.017	31.515	1,32	
24	0	34.979	1,034	24.480	34.965	34.673	31.206	1,27	
25	5,9	33.247	0,983	23.268	38.370	38.078	34.270	1,47	1,21
26	0,1	33.837	1,001	23.681	34.186	33.894	30.505	1,29	
27	0,2	35.292	1,044	24.699	32.901	32.609	29.348	1,19	
28	0	34.224	1,012	23.952	32.545	32.253	29.028	1,21	
29	0	34.490	1,020	24.138	31.554	31.262	28.136	1,17	
30	8,5	33.289	0,984	23.297	33.089	32.797	29.517	1,27	
31	0,2	32.720	0,968	22.899	31.005	30.713	27.642	1,21	
suma	149,9	1.048.308	31	733.655	1.088.127	1.079.075	971.168	1,32	
promedio	4,8	33.816	1,0	23.666	35.101	34.809	31.328	1,32	

Consumo AP - AS Tratadas Valdivia Julio 2021



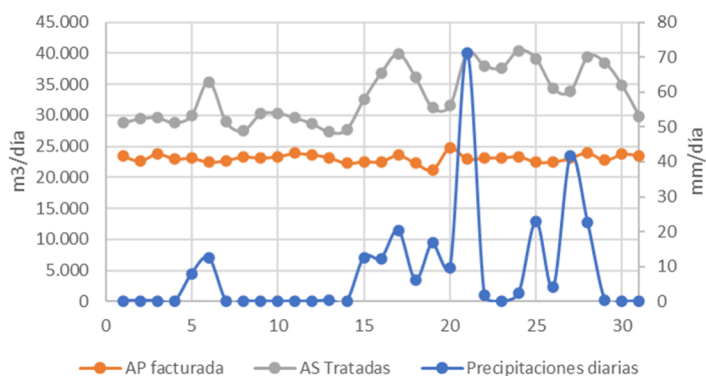
% AP Facturada / AS tratada Valdivia Julio 2021



## Agosto 2021

ago-21	Precipit.	Salida	Variación	Facturado (diario)	Salida PTAS	Salida -AP	Aguas Servidas	Coef.	Coef. Recup.
Día	mm/día	estanques	diaria	estimado	m3/día		10%	Recup.	Promedio
1	0,2	34.697	1,018	23.505	29.146	28.805	25.924	1,10	1,13
2	0,2	33.387	0,980	22.618	29.819	29.478	26.530	1,17	
3	0,2	35.187	1,032	23.837	29.971	29.630	26.667	1,12	
4	0	33.915	0,995	22.976	29.186	28.845	25.960	1,13	
5	8	34.122	1,001	23.116	30.364	30.023	27.020	1,17	
6	12,4	33.166	0,973	22.468	35.754	35.413	31.871	1,42	
7	0,1	33.536	0,984	22.719	29.320	28.979	26.081	1,15	1,12
8	0,1	34.421	1,010	23.318	27.893	27.552	24.797	1,06	
9	0	34.126	1,001	23.119	30.568	30.227	27.204	1,18	
10	0	34.512	1,013	23.380	30.703	30.362	27.326	1,17	
11	0	35.250	1,034	23.880	29.941	29.600	26.640	1,12	
12	0	34.926	1,025	23.661	29.026	28.685	25.816	1,09	
13	0,3	34.256	1,005	23.207	27.684	27.343	24.608	1,06	
14	0	32.838	0,963	22.246	28.077	27.736	24.962	1,12	
15	12,6	33.302	0,977	22.560	32.909	32.568	29.311	1,30	
16	12,3	33.233	0,975	22.514	37.061	36.720	33.048	1,47	
17	20,3	34.853	1,023	23.611	40.172	39.831	35.848	1,52	1,33
18	6,2	32.873	0,965	22.270	36.434	36.093	32.483	1,46	
19	16,8	31.298	0,918	21.203	31.530	31.189	28.070	1,32	
20	9,6	36.587	1,073	24.786	31.856	31.515	28.363	1,14	
21	71,2	33.888	0,994	22.957	40.297	39.956	35.960	1,57	
22	1,8	34.196	1,003	23.166	38.304	37.963	34.166	1,47	
23	0,1	34.176	1,003	23.152	37.949	37.608	33.847	1,46	
24	2,5	34.488	1,012	23.364	40.751	40.410	36.369	1,56	
25	22,9	33.174	0,973	22.474	39.430	39.089	35.180	1,57	
26	4,1	33.220	0,975	22.505	34.667	34.326	30.893	1,37	
27	41,7	34.109	1,001	23.107	34.204	33.863	30.476	1,32	
28	22,5	35.426	1,039	23.999	39.719	39.378	35.440	1,48	
29	0,4	33.557	0,985	22.733	38.807	38.466	34.619	1,52	1,33
30	0	35.079	1,029	23.764	35.163	34.822	31.340	1,32	
31	0	34.747	1,020	23.539	30.216	29.875	26.887	1,14	
suma	266,5	1.056.545	31	715.755	1.036.921	1.026.342	923.708	1,29	
promedio	8,6	34.082	1,0	23.089	33.449	33.108	29.797	1,29	

AP Facturada - AS Tratadas Valdivia agosto 2021



% AP Facturada / AS tratada Valdivia agosto 2021

