



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS  
DEPTO. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS  
PROCESO N° 12388015

**MINUTA DCPRH N° 26 /**

**SANTIAGO, 04 de Octubre 2018**

**MAT.:** Monitoreo Calidad de aguas Subterráneas APR  
sector Quintero y Puchuncaví, Región de  
Valparaíso.

1	Objetivo .....	2
2	Introducción .....	2
3	Metodología .....	2
3.1	Muestreo: .....	2
3.2	Parámetros: .....	4
4	Resultados .....	5
5	Discusiones .....	9
5.1	Discusión respecto a Normas de Referencia .....	9
5.2	Discusión respecto a otros antecedentes.....	11
6	Conclusiones.....	11
7	Recomendaciones.....	12
8	Referencias .....	12

## 1 Objetivo

Consolidar los resultados obtenidos de las campañas de monitoreo de calidad de agua subterránea ejecutados en la fuente de captación de diversos Pozos de Agua Potable Rural (APR), realizados en agosto y septiembre del 2018 en el sector Puchuncaví-Quintero y proponer medidas para su seguimiento.

## 2 Introducción.

La Dirección Regional de Aguas de Valparaíso, a raíz de los últimos hechos acontecidos en el sector de Puchuncaví-Quintero, monitoreó la calidad de aguas subterráneas en las fuentes de los APR, con el fin de verificarla.

A continuación se resumen los resultados comparándolos con referencias publicadas, particularmente con el estudio "Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso" (DGA 2016, SDT N°382), complementado con la Minuta DCPRH N°22/2018 "Seguimiento de la calidad de aguas fuentes de APR V región" y con el denominado "Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos" (DGA 2009, SIT N°183).

## 3 Metodología.

### 3.1 Muestreo:

El monitoreo fue realizado los días 30 de agosto 2018 (primera campaña) y 03, 11 y 12 de septiembre del 2018 (segunda, tercera y cuarta campaña), en los 14 pozos APR de la zona, en concordancia con el objetivo del monitoreo<sup>1</sup>.

Tabla 1: Ubicación pozos APR monitoreados. (Sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84)

Nombre Estación	Tipo Muestra	Coordenadas UTM; Huso 19		Fecha de Monitoreo 2018			
		N	E	30-Ago	03-Sep	11-Sep	12-Sep
APR Los Maitenes	A.Sub	6372146	270556	X		X	
APR El Campinche	A.Sub	6375231	272412	X		X	
APR Brisas Marinas	A.Sub	6369343	265122	X		X	
APR Las Brisas	A.Sub	6368254	265950	X		X	
APR El Paso	A.Sub	6378005	274167	X		X	
APR Valle Alegre	A.Sub	6367255	272025	X		X	
APR Mantagua	A.Sub	6361174	268578		X	X	
APR El Renacer	A.Sub	6359580	266639		X	X	
APR El Renacer (Agua Potabilizada)*	A.Sub	6359580	266639				X
APR Santa Julia	A.Sub	6359695	266672		X	X	

<sup>1</sup> Muestras de aguas corresponden al acuífero subterráneo fuente del APR, Previo a cualquier tratamiento.

Nombre Estación	Tipo Muestra	Coordenadas UTM; Huso 19		Fecha de Monitoreo 2018			
		N	E	30-Ago	03-Sep	11-Sep	12-Sep
APR Ventana Bajo	A.Sub	6374837	266805		X	X	
APR El Rincón	A.Sub	6376892	278158		X	X	
APR Rungue	A.Sub	6379231	274422		X		X
APR Maitencillo	A.Sub	6385096	272524		X	X	
APR Pucalan Los Maquis	A.Sub	6372840	282137		X	X	

\* corresponde a una muestra después de tratamiento de potabilización



Figura 1: Ubicación de los pozos APRs.

La toma de muestras, preservación y envío de estas, fue realizada de acuerdo a los instructivos correspondientes<sup>2</sup>. También se usó el instructivo de preservación y etiquetado de muestras<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Instructivo para la Toma de Muestras de agua Superficiales LADGA-IM-01, Instructivo para la Toma de Muestras de agua Subterránea LADGA-IM-02

<sup>3</sup> Instructivo de preservación de muestras y etiquetado de envases LADGA-IM-03

### 3.2 Parámetros:

Los parámetros fueron analizados por un laboratorio externo y por el Laboratorio Ambiental de la Dirección General de Aguas (LADGA), ambos acreditados bajo la Norma NCh-ISO 17025-of 2005, y se presentan a continuación.

Tabla 2: Parámetros medidos, métodos y límites de detección para su comparación con normativa vigente.

Parámetro	Unidad	Límite de Detección	Metodología	Fecha de Monitoreo 2018			
				30-oct	03-sep	11-sep	12-sep
Aluminio	mg Al/L	0,6	SM-3111D(1)	X	X	X	X
Arsénico	mg As/L	0,001	SM-3111B-e(1)	X	X	X	X
Boro	mg B/L	1,0	LADGA-ITM-15			X	X
Cadmio	mg Cd/L	0,01	SM-3111B(1)	X	X	X	X
Calcio	mg Ca/L	0,1	SM-3111B(1)			X	X
Cobalto	mg Co/L	0,02	SM-3111B(1)		X	X	X
Cobre	mg Cu/L	0,01	SM-3111B(1)		X	X	X
Cloruro	mg Cl/L	0,4	SM-4500-CI-C(1)			X	X
Cromo	mg Cr/L	0,03	SM-3111B(1)		X	X	X
Fosfato	mg PO4/L	0,003	SM 4500PE(1)			X	X
Fosforo total	mg P/L	0,003	SM-4500PJ-PE(1)			X	X
Hierro	mg Fe/L	0,02	SM-3111B(1)	X	X	X	X
Magnesio	mg Mg/L	0,01	SM-3111B(1)			X	X
Manganeso	mg Mn/L	0,01	SM-3111B(1)	X	X	X	X
Mercurio	mg Hg/L	0,001	LADGA-ITM-17		X	X	X
Molibdeno	mg Mo/L	0,25	SM-3111D(1)		X	X	X
Níquel	mg Ni/L	0,03	SM-3111B(1)		X	X	X
Nitrato	mg NO3/L	0,010	Salicilato			X	X
Potasio	mg K/L	0,2	SM-3111B(1)			X	X
Plata	mg Ag/L	0,01	SM-3111B(1)		X	X	X
Plomo	mg Pb/L	0,02	SM-3111B(1)	X		X	X
Selenio	mg Se/L	0,001	SM-3114C(1)		X	X	X
Sodio	mg Na/L	0,1	SM-3111B(1)			X	X
Sulfato	mg SO4/L	1,1	SM-4500-SO4-E(1)			X	X
zinc	mg Zn/L	0,01	SM-3114C(1)		X	X	X

(1) Standard Methods for the examination of water and wastewater, 22 th Edition 2012

Complementariamente la medición de los parámetros *in situ*, se realizó mediante un equipo multiparámetro, el cual fue calibrado con soluciones estándar de referencia, de acuerdo al instructivo uso de sondas<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Instructivo uso de sondas multiparámetro LADGA-IM-09

#### 4 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los parámetros *in situ* y en laboratorio.

**Tabla 3:** Resultados de parámetros *in situ* campaña 30 de agosto 2018

Nombre Estación	Campaña 30 agosto 2018		
	Temperatura	pH	Conductividad
	°C	-	µS/cm
APR Los Maitenes	17,30	7,74	539
APR El Campinche	15,20	6,84	2075
APR Brisas Marinas	17,21	6,80	640
APR Las Brisas	17,03	6,68	504
APR El Paso	17,22	7,09	211
APR Valle Alegre	17,08	6,95	1343

**Tabla 4:** Resultados de parámetros *in situ* campaña 03 de septiembre 2018

Nombre Estación	Campaña 03 septiembre 2018		
	Temperatura	pH	Conductividad
	°C	-	µS/cm
APR Mantagua	17,57	6,90	1186
APR El Renacer	16,00	7,53	1059
APR Santa Julia	18,09	7,11	1006
APR Ventana Bajo	12,86	6,93	1342
APR El Rincón	20,21	7,20	781
APR Rungue	23,89	6,69	802
APR Maitencillo	16,87	6,54	1131
APR Pucalan Los Maquis	18,68	7,13	593

**Tabla 5:** Resultados de parámetros *in situ* campaña 11 de septiembre 2018

Nombre Estación	Campaña 11 septiembre 2018		
	Temperatura	pH	Conductividad
	°C	-	µS/cm
APR Los Maitenes	17,18	7,88	539
APR El Campinche	15,81	7,04	1785
APR Brisas Marinas	16,72	7,01	626
APR Las Brisas	15,51	7,69	364
APR El Paso	18,16	7,28	407
APR Valle Alegre	17,42	7,22	1312
APR Mantagua	16,58	6,58	1209
APR El Renacer	14,65	7,47	1072
APR Santa Julia	16,92	7,16	1237
APR Ventana Bajo	15,96	7,70	1082

Nombre Estación	Campaña 11 septiembre 2018		
	Temperatura	pH	Conductividad
	°C	-	µS/cm
APR El Rincón	16,79	7,39	805
APR Maitencillo	16,89	6,74	1135
APR Pucalan Los Maquis	22,42	7,39	566

Tabla 6: Resultados de parámetros in situ campaña 12 de septiembre 2018

Nombre Estación	Campaña 12 septiembre 2018		
	Temperatura	pH	Conductividad
	°C	-	µS/cm
APR El Renacer (Agua Potabilizada)	13,8	7,75	1061
APR Rungue	16,51	6,78	831

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los parámetros analizados en Laboratorio.

Tabla 7: Resultados de análisis de Laboratorio obtenidos para la campaña realizada el 30 de agosto 2018

Campaña 30 agosto 2018							
Parámetro	Unidad	APR Los Maitenes	APR El Campinche	APR Brisas Marinas	APR Las Brisas	APR El Paso	APR Valle Alegre
Aluminio	mg Al/L	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Arsénico	mg As/L	0,002	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Cadmio	mg Cd/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg Fe/L	0,04	0,07	0,04	1,26	0,03	0,07
Manganeso	mg Mn/L	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg Pb/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tabla 8: Resultados de análisis de Laboratorio obtenidos para la campaña realizada el 03 de septiembre 2018

Campaña 03 septiembre 2018									
Parámetro	Unidad	APR Mantagua	APR El Renacer	APR Santa Julia	APR Ventana Bajo	APR El Rincón	APR Rungue	APR Maitencillo	APR Pucalan Los Maquis
Aluminio	mg Al/L	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Arsénico	mg As/L	<0,001	0,004	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmio	mg Cd/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto	mg Co/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg Cu/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Cromo	mg Cr/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hierro	mg Fe/L	0,09	0,10	0,31	0,60	0,03	0,04	0,07	0,05
Manganeso	mg Mn/L	<0,01	0,46	0,06	0,44	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg Mo/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Campaña 03 septiembre 2018									
Parámetro	Unidad	APR Mantagua	APR El Renacer	APR Santa Julia	APR Ventana Bajo	APR El Rincón	APR Rungue	APR Maitencillo	APR Pucalan Los Maquis
Níquel	mg Ni/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Plata	mg Ag/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg Pb/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Selenio	mg Se/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
zinc	mg Zn/L	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01

Tabla 9: Resultados de análisis de Laboratorio obtenidos para la campaña realizada el 11 de septiembre 2018

Campaña 11 septiembre 2018								
Parámetro	Unidad	APR Los Maitenes	APR El Campinche	APR Brisas Marinas	APR Las Brisas	APR El Paso	APR Valle Alegre	APR Mantagua
Aluminio	mg Al/L	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Arsénico	mg As/L	0,002	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Boro	mg B/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	mg Cd/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio	mg Ca/L	34,1	148,7	37,9	20,3	28,4	111,0	82,8
Cobalto	mg Co/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg Cu/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloruro	mg Cl/L	68,4	382,8	104,9	47,2	48,6	203,2	167,8
Cromo	mg Cr/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fosfato	mg PO4/L	0,052	0,015	0,070	0,060	0,077	0,113	0,104
Fosforo total	mg P/L	0,061	0,017	0,071	0,060	0,080	0,115	0,160
Hierro	mg Fe/L	0,14	0,14	0,07	0,07	0,18	0,11	0,09
Magnesio	mg Mg/L	13,31	57,27	16,30	9,38	10,56	42,46	31,77
Manganeso	mg Mn/L	0,04	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg Mo/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Níquel	mg Ni/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrato	mg NO3/L	1,122	4,068	7,990	4,572	2,909	3,403	1,968
Potasio	mg K/L	2,7	2,9	2,2	1,9	2,5	4,5	2,4
Plata	mg Ag/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg Pb/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Selenio	mg Se/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sodio	mg Na/L	63,6	183,9	63,3	38,6	42,5	112,4	128,3
Sulfato	mg SO4/L	16,9	113,5	26,9	15,0	14,0	179,7	153,7
zinc	mg Zn/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,03

**Tabla 9 (Continuación columnas):** Resultados de análisis de Laboratorio obtenidos para la campaña realizada el 11 de septiembre 2018.

Parámetro	Unidad	APR El Renacer	APR Santa Julia	APR Ventana Bajo	APR El Rincón	APR Maltencillo	APR Pucallan Los Maquis
Aluminio	mg Al/L	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Arsénico	mg As/L	0,002	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Boro	mg B/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	mg Cd/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio	mg Ca/L	84,5	76,7	153,0	72,4	66,4	56,9
Cobalto	mg Co/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg Cu/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Cloruro	mg Cl/L	104,6	109,8	100,4	110,1	172,0	50,0
Cromo	mg Cr/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fosfato	mg PO4/L	0,160	0,113	0,051	0,075	0,193	0,103
Fosforo total	mg P/L	0,200	0,142	0,061	0,075	0,194	0,105
Hierro	mg Fe/L	0,17	2,64	0,16	0,06	<0,02	0,06
Magnesio	mg Mg/L	28,11	32,78	26,17	32,22	79,25	22,58
Manganeso	mg Mn/L	0,47	0,07	0,14	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg Mo/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Níquel	mg Ni/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrato	mg NO3/L	2,714	3,793	4,505	2,187	9,368	2,482
Potasio	mg K/L	4,2	3,5	5,4	2,4	2,1	1,8
Plata	mg Ag/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg Pb/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Selenio	mg Se/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sodio	mg Na/L	113,4	101,3	71,6	65,5	80,5	38,7
Sulfato	mg SO4/L	147,9	217,3	202,8	87,0	82,6	70,2
zinc	mg Zn/L	0,02	0,02	<0,01	0,04	<0,01	<0,01

**Tabla 10:** Resultados de análisis de Laboratorio obtenidos para la campaña realizada el 12 de septiembre 2018

Campaña 12 septiembre 2018			
Parámetro	Unidad	APR El Renacer (Agua Potabilizada)	APR Rungue
Aluminio	mg Al/L	<0,6	<0,6
Arsénico	mg As/L	0,001	<0,001
Boro	mg B/L	<1,0	<1,0
Cadmio	mg Cd/L	<0,01	<0,01
Calcio	mg Ca/L	86,2	50,9
Cobalto	mg Co/L	<0,02	<0,02

Campaña 12 septiembre 2018			
Parámetro	Unidad	APR El Renacer (Agua Potabilizada)	APR Rungue
Cobre	mg Cu/L	0,08	<0,01
Cloruro	mg Cl/L	105,6	159,1
Cromo	mg Cr/L	<0,03	<0,03
Fosfato	mg PO4/L	0,164	0,095
Fosforo total	mg P/L	0,165	0,108
Hierro	mg Fe/L	0,03	0,06
Magnesio	mg Mg/L	27,57	20,11
Manganeso	mg Mn/L	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg Mo/L	<0,25	<0,25
Níquel	mg Ni/L	<0,03	<0,03
Nitrato	mg NO3/L	2,672	6,185
Potasio	mg K/L	2,2	5,1
Plata	mg Ag/L	<0,01	<0,01
Plomo	mg Pb/L	<0,02	<0,02
Selenio	mg Se/L	<0,001	<0,001
Sodio	mg Na/L	89,9	85,4
Sulfato	mg SO4/L	128,0	23,4
zinc	mg Zn/L	0,03	<0,01

## 5 Discusiones

### 5.1 Discusión respecto a Normas de Referencia

Para determinar si el recurso hídrico es de buena o mala calidad debe evaluarse su aptitud respecto de algún uso regulado por alguna normativa. Las normativas utilizadas son: **DS 143/2008** Norma de Calidad Primaria para las Aguas Continentales Superficiales Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo, **NCh 409/1.Of2005** Requisitos para el Agua Potable y **NCh 1333/1978** Requisitos de Calidad de Agua para Distintos Usos (Capítulo 6, requisitos del agua para riego). Por otra parte, para identificar contaminación de un cuerpo de agua debe ser superada una norma secundaria de calidad ambiental, la cual no existe para aguas subterráneas en ninguno de los sectores de estudio.

De los resultados obtenidos, no se registra superación de DS 143/2008. La NCh 1333 es la con mayor cantidad de superaciones de sus umbrales, particularmente para los parámetros conductividad, cloruro y el manganeso, seguido de la NCh 409/1 para los parámetros Hierro y Manganeso., según se detalla a continuación:

- (1) NCh 1333/1978 – Conductividad: se observa superación del parámetro para todas las muestras de los APR El Campinche, Valle Alegre, Mantagua, El Renacer, Santa Julia, Ventana Bajo, El Rincón, Rungue y Maitencillo.

- (2) NCh 1333/1978 – Cloruro: se observa superación del parámetro para el APR El Campinche (tercera campaña) y APR Valle Alegre (tercera campaña).
- (3) NCh 1333/1978 – Manganeseo: se observa superación del parámetro para el APR El Renacer (segunda y tercera campaña) y El APR Ventana Bajo (segunda campaña).
- (4) NCh 409/1 – Hierro: se observa superación del parámetro para el APR Las Brisas (primera campaña), APR Santa Julia (segunda y tercera campaña) y APR Ventana Bajo (segunda campaña).
- (5) NCh 409/1 – Manganeseo: se observa superación del parámetro para el APR El Renacer (segunda y tercera campaña), El APR Ventana Bajo (segunda y tercera campaña) y APR Campinche (tercera campaña).

Respecto de los pozos APR monitoreados, 10 de ellos superan la Normativa vigente comparada, a saber, APR El Campinche, APR Valle Alegre, APR Mantagua, APR El Renacer APR Santa Julia, APR Ventana Bajo, APR Rungue, APR Maitencillo, APR Las Brisas.

A continuación, se presenta el detalle de superación de umbrales de los parámetros analizados en las distintas campañas realizadas.

**Tabla 11:** Detalle de superación de umbrales estaciones en campaña 30 agosto 2018 (3 pozos de 6 muestreados).

Parámetro	Unidad	Potable NCh 409	Riego NCh 1333	APR El Campinche	APR Las Brisas	APR Valle Alegre
Conductividad	µS/cm	-	750	2075	504	1343
Hierro	mg Fe/L	0,3	5	0,07	1,26	0,07

Superación NCh 409/1 "Coloración gris" y Superación NCh 1333/78 "formato Negrita".

**Tabla 12:** Detalle de superación de umbrales estaciones en campaña 03 septiembre 2018 (7 pozos de 8 muestreados).

Parámetro	Unidad	Potable NCh 409	Riego NCh 1333	APR Mantagua	APR El Renacer	APR Santa Julia	APR Ventana Bajo	APR El Rincón	APR Rungue	APR Maitencillo
Conductividad	µS/cm	-	750	1186	1059	1006	1342	781	802	1131
Hierro	mg Fe/L	0,3	5	0,09	0,10	0,31	0,60	0,03	0,04	0,07
Manganeseo	mg Mn/L	0,1	0,2	<0,01	0,46	0,06	0,44	<0,01	<0,01	<0,01

Superación NCh 409/1 "Coloración gris" y Superación NCh 1333/78 "formato Negrita".

**Tabla 13:** Detalle de superación de umbrales estaciones en campaña 11 septiembre 2018 (8 pozos de 13 muestreados).

Parámetro	Unidad	Potable NCh 409	Riego NCh 1333	APR El Campinche	APR Valle Alegre	APR Mantagua	APR El Renacer	APR Santa Julia	APR Ventana Bajo	APR El Rincón	APR Maitencillo
Conductividad	µS/cm	-	750	1785	1312	1209	1072	1237	1082	805	1135
Cloruro	mg Cl/L	400	200	382,8	203,2	167,8	104,6	109,8	100,4	110,1	172,0
Hierro	mg Fe/L	0,3	5	0,14	0,11	0,09	0,17	2,64	0,16	0,06	<0,02
Manganeseo	mg Mn/L	0,1	0,2	0,19	<0,01	<0,01	0,47	0,07	0,14	<0,01	<0,01

Superación NCh 409/1 "Coloración gris" y Superación NCh 1333/78 "formato Negrita".

**Tabla 14:** Detalle de superación de umbrales estaciones en Quebrada Marquesa campaña 12 septiembre 2018 (2 pozos de 2 muestreados).

Parámetro	Unidad	Potable NCh 409	Riego NCh 1333	APR El Renacer (Agua Potabilizada)	APR Rungue
Conductividad	μS/cm	-	750	1061	831

Superación NCh 409/1 "Coloración gris" y Superación NCh 1333/78 "formato Negrita".

A modo de tener información de la calidad de agua post potabilización, se tomó una muestra en el APR Renacer el día 12 de septiembre 2018, cuyos resultados arrojaron concentraciones bajo la normativa de referencia.

### 5.2 *Discusión respecto a otros antecedentes*

Los resultados obtenidos en las publicaciones DGA 2016<sup>5</sup> y DGA 2018<sup>6</sup>, nos indican que los acuíferos en estudio presentan agua del tipo cloruradas sódicas y una vulnerabilidad alta<sup>7</sup>.

Los pozos APR Campinche, APR Mantagua y APR Pucalán, fueron utilizados tanto para el presente monitoreo, como en los estudios DGA 2016 y 2018, presentando coincidencias tanto en los resultados *in situ*, como en los micro y macroelementos analizados.

Los pozos APR Campinche y APR Mantagua, presentan niveles de conductividad y cloruro por sobre la Norma NCh 1333/1978, condición presentada con anterioridad en los estudios DGA. Este escenario puede estar dado por la ubicación de los pozos, los cuales se encuentran muy cercanos a la costa.

Los parámetros hierro y manganeso comúnmente suelen presentarse en concentraciones más altas respecto de otros metales, debido a su alta abundancia en la corteza terrestre (Mason, 2013) (Wetzel, 2001), esto se ha evidenciado en los diversos estudios de calidad de agua subterránea efectuados por la DGA.

## 6 Conclusiones

- (1) Se verifica la superación de normativas de referencia para los parámetros conductividad, cloruro, manganeso y Hierro.
- (2) Los niveles de conductividad y cloruro obtenidos pueden ser atribuidos al sector acuífero específico en el cual se encuentran, debido a que estos están ubicados cerca de la costa.
- (3) Los niveles de manganeso y hierro obtenidos pueden ser atribuidos a su alta presencia en la corteza terrestre.
- (4) Finalmente, de la comparación y análisis de los resultados obtenidos, no sería posible asociarlos a una influencia antrópica particular de la zona.

<sup>5</sup> Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso, DGA 2016, SDT N°382

<sup>6</sup> Minuta DCPRH N°22/2018 Seguimiento de la calidad de aguas fuentes de APR V región.

<sup>7</sup> Estudio Diagnóstico y Clasificación de Acuíferos, DGA 2009, SIT 183

## 7 Recomendaciones

- (1) Mantener el seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas de manera cuatrimestral por un año, de manera de confirmar la evolución de las concentraciones encontradas en el acuífero. El monitoreo deberá mantener la totalidad de los pozos señalados en la tabla 15 y disminuir los parámetros, a los indicados en la tabla 16, lo anterior para mantener el foco en aquellos parámetros que i) sean parte de la normativa vigente de comparación y ii) hayan superado la norma, ya sea por estado de latencia o bien cercano a esta.

Tabla 15: Ubicación estaciones pozos APR. (Sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84)

Nombre Estación	Tipo Muestra	Coordenadas UTM; Huso 19	
		N	E
APR Los Maitenes	A.Sub	6372146	270556
APR El Campinche	A.Sub	6375231	272412
APR Brisas Marinas	A.Sub	6369343	265122
APR Las Brisas	A.Sub	6368254	265950
APR El Paso	A.Sub	6378005	274167
APR Valle Alegre	A.Sub	6367255	272025
APR Mantagua	A.Sub	6361174	268578
APR El Renacer	A.Sub	6359580	266639
APR El Renacer (Agua Potabilizada)	A.Sub	6359580	266639
APR Santa Julia	A.Sub	6359695	266672
APR Ventana Bajo	A.Sub	6374837	266805
APR El Rincón	A.Sub	6376892	278158
APR Rungue	A.Sub	6379231	274422
APR Maitencillo	A.Sub	6385096	272524
APR Pucalan Los Maquis	A.Sub	6372840	282137

Tabla 16: Parámetros mínimos a medir en seguimiento de calidad de agua subterránea.

Parámetro		
Temperatura	pH	Conductividad
Cloruro	Hierro	Manganeso
Sulfato	Arsénico	Plomo
Mercurio	Cadmio	

## 8 Referencias

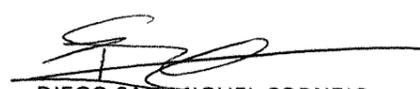
1. Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región de Valparaíso, DGA 2016.
2. Diagnóstico y Clasificación de Acuíferos, DGA 2009.
3. DGA/INFRAECO. 2014. Análisis crítico de la red de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la DGA.

4. Wetzel, R. (2001). Limnology: Lake and River Ecosystems. San Diego: Elsevier.
5. Mason, R. (2013). Trace Metals in Aquatic Systems. West Sussex: Wiley-Blackwell Publishing
6. Minuta DCPRH N°22/2018 Seguimiento de la calidad de aguas fuentes de APR V región.



HERIBERTO MOYA GUTIÉRREZ

DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



DIEGO SAN MIGUEL CORNEJO

JEFE (S) DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

**DIEGO SAN MIGUEL**

INGENIERO JEFE SUBROGANTE DEL  
DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y P.R.H.









INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LAOQA.S.10.01-01  
VERSION 09  
FECHA: 19/09/2017

N° Ingreso :	289/18
Tipo de muestra:	SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	EMERGENCIA
Fecha ingreso muestras:	31/08/2018
Fecha emisión del informe:	03/09/2018

OBSERVACIONES:

- \* PARAMETRO NO REPRESENTATIVO EN POZOS CON BOMBA
- \*\* ANALISIS NO SOLICITADOS
- As PARAMETRO SE ENCUENTRA BAJO LA NORMA CHILENA PARA AGUA POTABLE NCH. 409 (LIMITE MAXIMO : 0.01 mg/l)
- Al PARAMETRO SE ENCUENTRA BAJO LIMITE DE DETECCION DEL LADGA (L.D: 0.8 mg/l)
- Cd PARAMETRO SE ENCUENTRA BAJO LA NORMA CHILENA PARA AGUA POTABLE NCH. 409 (LIMITE MAXIMO : 0.01 mg/l)
- Fe APR LAS BRISAS PRESENTA VALOR (1,26 mg/L de Fe) PARAMETRO POR SOBRE LA NORMA CHILENA PARA AGUA POTABLE NCH. 409 (LIMITE MAXIMO : 0.3 mg/l)
- Mn PARAMETRO SE ENCUENTRA BAJO LA NORMA CHILENA PARA AGUA POTABLE NCH. 409 (LIMITE MAXIMO : 0.1 mg/l)
- Pb PARAMETRO SE ENCUENTRA BAJO LA NORMA CHILENA PARA AGUA POTABLE NCH. 409 (LIMITE MAXIMO : 0.05 mg/l)

L.D: Limite de detección.  
Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 22<sup>nd</sup> 2012  
Los resultados emitidos en este informe solo están relacionados con los ítems ensayados

® Analisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCHISO 17025:072005 certificado LE 1086.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DEL TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

Nombre, Firma y Fecha  
JEFE/DE LABORATORIO  
  
03/09/18  
CINTHYA MONTECINOS SOTO  
Ingeniero Químico  
Jefe Laboratorio Ambiental  
Dirección General de Aguas

Nombre, Firma y Fecha  
ENCARGADA/VA TÉCNICA/VA LABORATORIO  
  
03/09/18  
Fabian Aburto  
Encargado Técnico  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS









INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5.10.01-01  
VERSION: 10  
FECHA: 12-09-2018

N° Ingreso : 297718  
 Tipo de muestra: EMERGENCIA  
 Procedencia de la muestra: V REG. VALPARAISO  
 Fecha ingreso muestras: 04/09/2018  
 Fecha emisión del informe: 14/09/2018

OBSERVACIONES:

- \* PARAMETRO NO REPRESENTATIVO EN POZO CON BOMBA
- \*\* ANALISIS NO SOLICITADOS
- PARAMETRO QUE SUPERA NCh 409 Min 0.1 mg/L Fe 0.3 mg/L

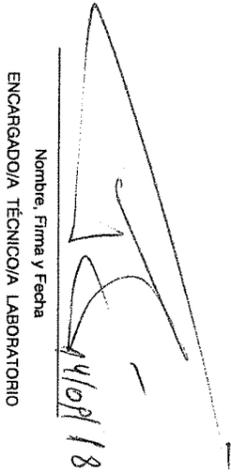
L.D: Límite de detección.  
 Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 22<sup>nd</sup> 2012  
 Los resultados emitidos en este informe solo están relacionados con los ítemes ensayados

® Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025 CR2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
 Nombre, Firma y Fecha: 14/09/18  
 JEFE/A DE LABORATORIO

**CITHYA MONTECINOS SOTO**  
 Ingeniero Químico  
 Jefe Laboratorio Ambiental  
 Dirección General de Aguas

  
 Nombre, Firma y Fecha: 14/09/18  
 ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO

**Fabian Aburto Jara**  
 Encargado Técnico  
 Laboratorio Ambiental  
 DIRECCION GENERAL DE AGUAS







INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH

LADGA-5.10-01-01  
VERSION: 10  
FECHA: 12-09-2018

N° Ingreso : 330/18  
Tipo de muestra: EMERGENCIA  
Procedencia de la muestra: APR - V REG. VALPARAISO  
Fecha ingreso muestras: 13/09/2018  
Fecha emisión del informe: 24/09/2018

N°	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Zn	(1) N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	FOSFORO TOTAL	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B L.D: 0,02 mg/L	LADGA-ITM-17 L.D: 0,001 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,01 mg/L	Método SM 3111 D L.D: 0,25 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,03 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,02 mg/L	Método SM 3114C L.D: 0,001 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,01 mg/L	Método salicilato L.D: 0,010 mg/L	SM 4500-P J- P E 0,003 mg/L	Método SM 4500- PE 0,003 mg/L	SM 5220 D L.D: 3,0 mg/L
1	0,09	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,03	1,968	0,106	0,104	*
2	0,17	< 0,001	0,07	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02	2,714	0,200	0,160	*
3	0,07	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02	3,793	0,142	0,113	*
4	0,07	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	4,572	0,060	0,060	*
5	0,07	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	7,990	0,071	0,070	*
6	0,11	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	3,403	0,115	0,113	*
7	0,14	< 0,001	0,04	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02	1,122	0,061	0,052	*
8	0,14	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	4,068	0,017	0,015	*
9	0,16	< 0,001	0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	4,505	0,062	0,051	*
10	0,18	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	2,909	0,080	0,077	*
11	< 0,02	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	9,368	0,194	0,193	*
12	0,06	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,04	2,187	0,075	0,075	*
13	0,06	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	2,482	0,105	0,103	*
14	0,06	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	6,185	0,108	0,095	*
Inicio Analisis	13/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	20/09/2018	14/09/2018	
Fin Analisis	14/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	20/09/2018	14/09/2018	



INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH

LADGA-5.10-01-01  
VERSION: 10  
FECHA: 12-09-2018

N° Ingreso :  
Tipo de muestra:  
Procedencia de la muestra:  
Fecha Ingreso muestras:  
Fecha emisión del informe:

330/18
EMERGENCIA
APR. V REG. VALPARAISO
13/09/2018
24/09/2018

OBSERVACIONES:

- \* ANALISIS NO SOLICITADO
- \*\* PARAMETRO NO REPRESENTATIVO EN POZO CON BOMBA

(1) PARAMETRO QUE SUPERA NCh 409 Mn 0,1 mg/L Fe 0,3 mg/L  
PARAMETRO QUE NO SUPERA NCh 409 COMO NITRATO (NO<sub>3</sub>) EL LIMITE MAX. = 50 mg/L, QUE EXPRESADO COMO NITROGENO DE NITRATO (N-NO<sub>3</sub>) LIMITE MAX. = 11,295 mg/L

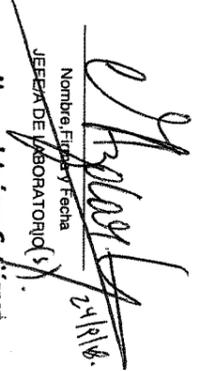
L.D: Limite de detección.

Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd 2017

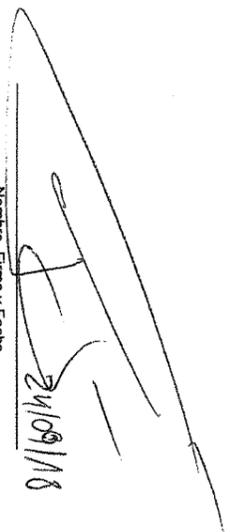
Los resultados emitidos en este informe solo están relacionados con los flujos ensayados

© Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025:072005 certificado LE 1086.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
Nombre, Firma y Fecha  
JEEPEN DE LABORATORIO 24/09/18

**Marysol Azócar Gutiérrez**  
Jefa Subrogante  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

  
Nombre, Firma y Fecha  
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO  
Fabian Aburto Jara  
Encargado Técnico  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS









INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH

LADGA-S-10-01-01  
VERSION: 10  
FECHA: 12-09-2018

N° Ingreso :	331/18
Tipo de muestra:	EMERGENCIA
Procedencia de la muestra:	APR - V REG. VALPARAISO
Fecha ingreso muestras:	13/09/2018
Fecha emisión del informe:	24/09/2018

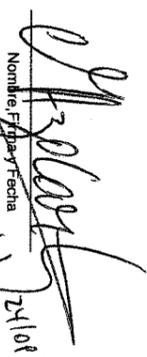
OBSERVACIONES:

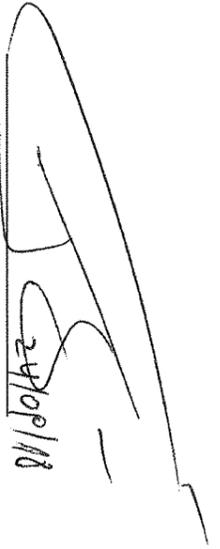
- \* ANALISIS NO SOLICITADOS
  - \*\* PARAMETRO NO REPRESENTATIVO EN POZO CON BOMBA
- (1) PARAMETRO QUE NO SUPERA NCh 409 COMO NITRATO (NO<sub>3</sub>) EL LIMITE MAX. = 50 mg/L, QUE EXPRESADO COMO NITROGENO DE NITRATO (N-NO<sub>3</sub>) LIMITE MAX. = 11,295 mg/L

L.D. Límite de detección.  
Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd 2017  
Los resultados emitidos en este informe solo están relacionados con los ítemes ensayados

@ Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025:01/2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
Nombre, Firma y Fecha  
JEFEA DEL LABORATORIO (S) 24/09/18  
**Marysol Azócar Gutiérrez**  
Jefa Subrogante  
Laboratorio

  
Nombre, Firma y Fecha  
ENCARGADA TÉCNICA LABORATORIO  
**Fabian Aburto Jorg**  
Encargado Técnico  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS