



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 monitoreo¹.

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	

¹ 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

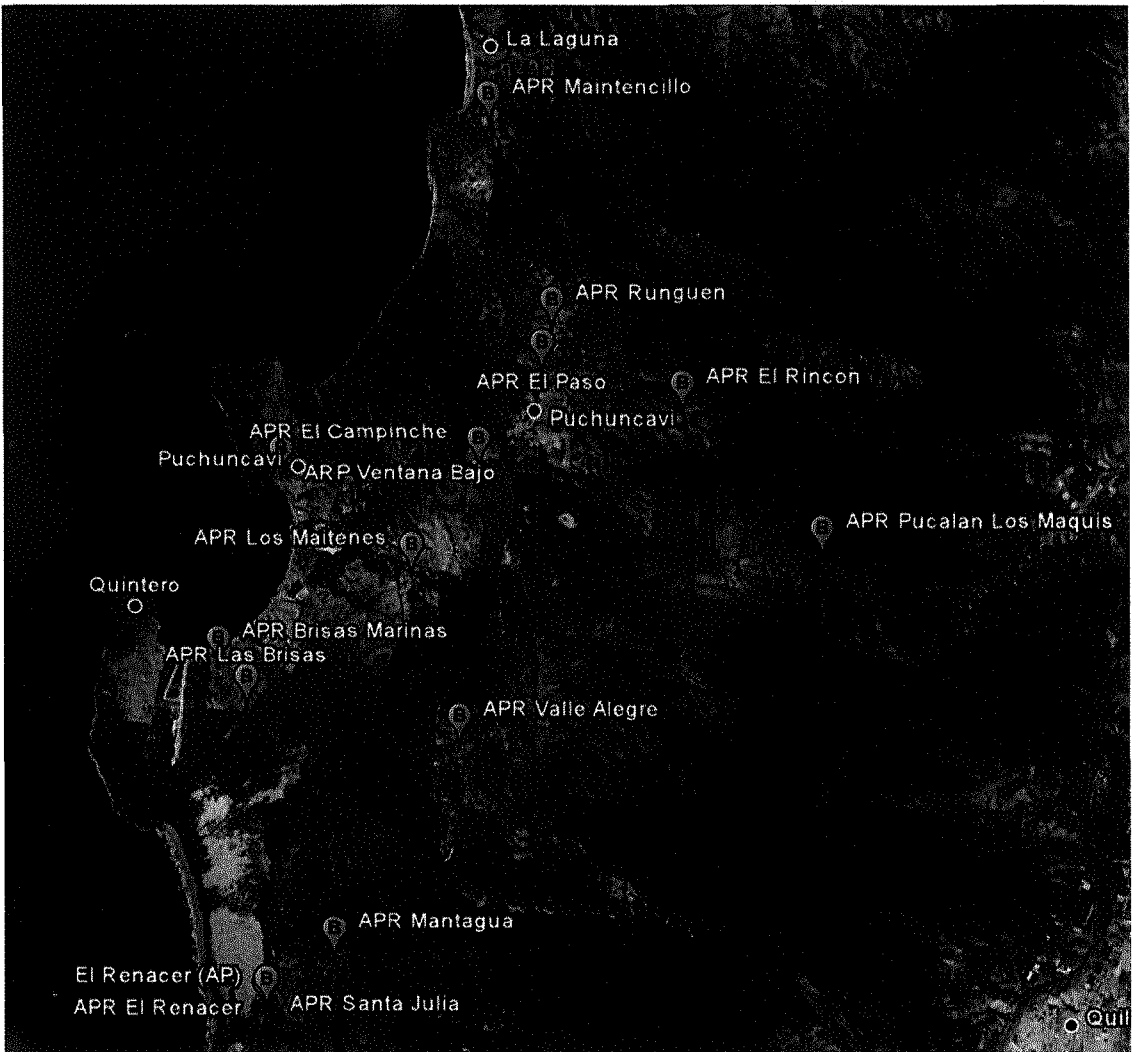


Figura 1: Ubicación de los pozos APRs.

La toma de muestras, preservación y envío de estas, fue realizada de acuerdo a los instructivos correspondientes². También se usó el instructivo de preservación y etiquetado de muestras³.

² Instructivo para la Toma de Muestras de agua Superficiales LADGA-IM-01, Instructivo para la Toma de Muestras de agua Subterránea LADGA-IM-02
³ 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-Cl-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 sondas⁴.

⁴ Instructivo uso de sondas multipárametro 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 Maitencillo	APR Pucalan 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 Campiche (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 2016⁵ y DGA 2018⁶, nos indican que los acuíferos en estudio presentan agua del tipo cloruradas sódicas y una vulnerabilidad alta⁷.

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.

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

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

⁷ 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

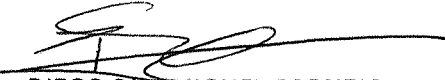
1. Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región de Valparaíso, DGA 2016.
2. Diagnóstico y Clasificación de Acuíferos, DGA 2009.
3. DGA/INFRAECO. 2014. Análisis crítico de la red de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la DGA.

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.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 08
FECHA: 13-09-2017

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

289/18
SUBTERRANEA
EMERGENCIA
31/08/2018
03/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
 VERSIÓN: 08
 FECHA: 13-09-2017

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

289/18
SUBTERRANEA
EMERGENCIA
31/08/2018
03/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 08
FECHA: 13-09-2017

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

289/18
SUBTERRANEA
EMERGENCIA
31/08/2018
03/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 08
FECHA: 13-09-2017

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 DETECCIÓN DEL LADGA (L.D: 0,6 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)

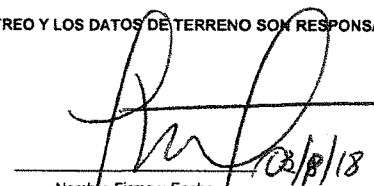
L.D: Límite de detección.

Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22nd 2012

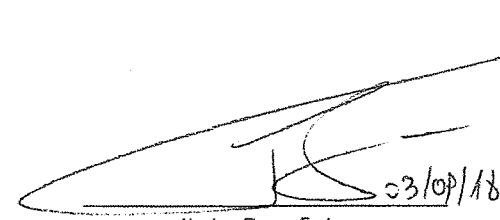
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Ⓢ Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


Nombre, Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO

CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Químico
Jefe Laboratorio Ambiental
Dirección General de Aguas


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





INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

297/18
EMERGENCIA
V REG. VALPARAISO
04/09/2018
14/09/2018

N°	@ K ⁺	@ Na ⁺	@ Ag	@ Al	@ As	@ Cd	@ Co	Cr	@ Cu
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111D	LADGA-ITM-17	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	LD: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,6 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,03 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
1	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
2	**	**	< 0,01	< 0,6	0,004	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
3	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
4	**	**	< 0,01	< 0,6	0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
5	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
6	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
7	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
8	**	**	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,01	< 0,02	< 0,03	0,01
Inicio Análisis			05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018
Fin Análisis			05/09/2018	06/09/2018	06/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	05/09/2018



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

297/18
EMERGENCIA
V REG. VALPARAISO
04/09/2018
14/09/2018

N°	@ Fe	@ Hg	@ Mn	@ Mo	@ Ni	@ Pb	@ Se	@ Zn
MUESTRA	Método SM 3111B	LADGA-ITM-17	Método SM 3111 B	Método SM 3111 D	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3114C	Método SM 3111 B
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,25 mg/L	L.D: 0,03 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
1	0,09	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02
2	0,10	< 0,001	0,46	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02
3	0,31	< 0,001	0,06	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01
4	0,69	< 0,001	0,44	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01
5	0,03	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,04
6	0,04	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01
7	0,07	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01
8	0,05	< 0,001	< 0,01	< 0,25	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01
Inicio Análisis	05/09/2018	12/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018
Fin Análisis	06/09/2018	13/09/2018	06/09/2018	06/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	10/09/2018	05/09/2018



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

N° Ingreso :	297/18
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 Mn 0,1 mg/L Fe 0,3 mg/L

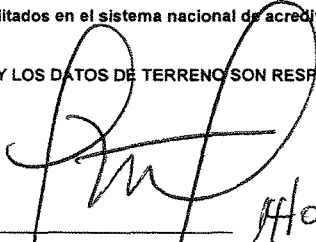
L.D: Límite de detección.

Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22nd 2012

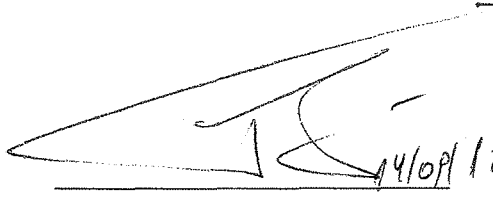
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

® Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


Nombre, Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO

CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Químico
Jefe Laboratorio Ambiental
Dirección General de Aguas


Nombre, Firma y Fecha
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO

Fabian Aburto Jara
Encargado Técnico
Laboratorio Ambiental
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS





INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 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

N°	☉ K ⁺	☉ Na ⁺	☉ Ag	☉ Al	☉ As	☉ B	☉ Cd	☉ Co	Cr	☉ Cu
MUESTRA	Método SM 3111B L.D: 0,2 mg/L	Método SM 3111B LD: 0,1 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,01 mg/L	Método SM 3111D L.D: 0,6 mg/L	LADGA-ITM-17 L.D: 0,001 mg/L	LADGA-ITM-15 L.D: 1,0 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,01 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,02 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,03 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,01 mg/L
1	2,4	128,3	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
2	4,2	113,4	< 0,01	< 0,6	0,002	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
3	3,5	101,3	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
4	1,9	38,6	< 0,01	< 0,6	0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
5	2,2	63,3	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
6	4,5	112,4	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
7	2,7	63,6	< 0,01	< 0,6	0,002	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
8	2,9	183,9	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
9	5,4	71,6	< 0,01	< 0,6	0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
10	2,5	42,5	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
11	2,1	80,5	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
12	2,4	65,5	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
13	1,8	38,7	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	0,01
14	5,1	85,4	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 1,0	< 0,01	< 0,02	< 0,03	< 0,01
Inicio Análisis	21/09/2018	20/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	21/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018
Fin Análisis	21/09/2018	20/09/2018	14/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	21/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	13/09/2018	13/09/2018





INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-S.10-01-01
VERSIÓN: 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

PARAMETRO QUE SUPERA NCh 409 Mn 0,1 mg/L Fe 0,3 mg/L

(1) PARAMETRO QUE NO SUPERA NCh 409 COMO NITRATO (NO_3^-) EL LIMITE MAX. = 50 mg/L , QUE EXPRESADO COMO NITROGENO DE NITRATO (N-NO_3^-) LIMITE MAX. = 11,295 mg/L

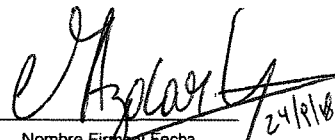
L.D: Límite de detección.

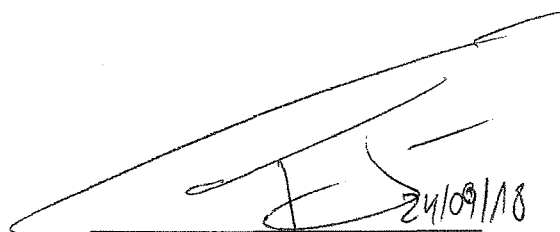
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 23rd 2017

Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

© Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


Nombre, Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO (S).
Marysol Azócar Guíñez
Jefa Subrogante
Laboratorio Ambiental
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS


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



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

Nº Ingreso:
Tipo de muestra:
Procedencia de la muestra:
Fecha ingreso muestras:
Fecha emisión del informe:

331/18
EMERGENCIA
APR - V REG. VALPARAISO
13/09/2018
24/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

331/18
EMERGENCIA
APR - V REG. VALPARAISO
13/09/2018
24/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

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

N° Ingreso :

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

331/18
EMERGENCIA
APR - V REG. VALPARAISO
13/09/2018
24/09/2018

[illegible]



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 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_3) EL LIMITE MAX. = 50 mg/L , QUE EXPRESADO COMO NITROGENO DE NITRATO (N-NO_3) LIMITE MAX. = 11,295 mg/L

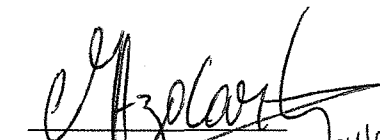
L.D: Límite de detección.

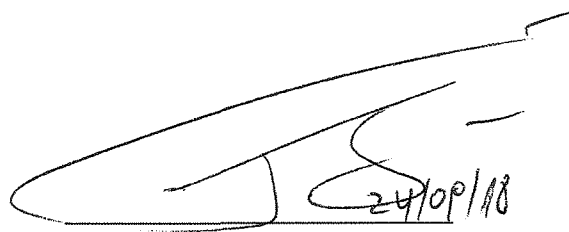
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 23rd 2017

Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

© Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


Nombre, Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO (S) 24/09/18
Marysol Azócar Gutiérrez
Jefa Subrogante
Laboratorio
DIP


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