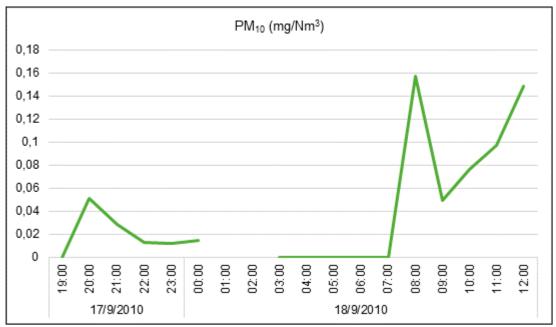
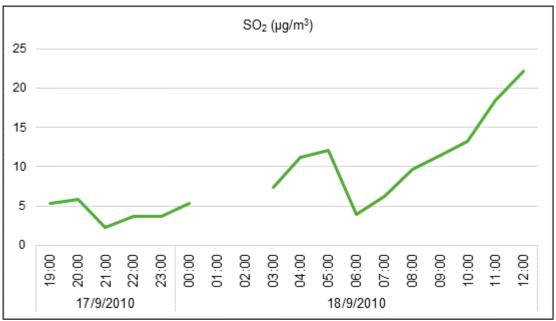


Gráfica 10.15 Variación de la concentración de PM₁₀ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

Gráfica 10.16 Variación de la concentración de SO₂ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.

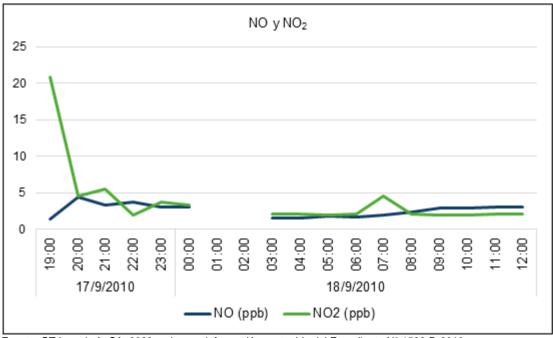


Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010



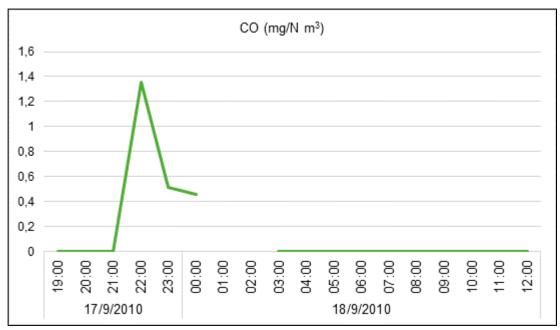


Gráfica 10.17 Variación de la concentración de NO y NO₂ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

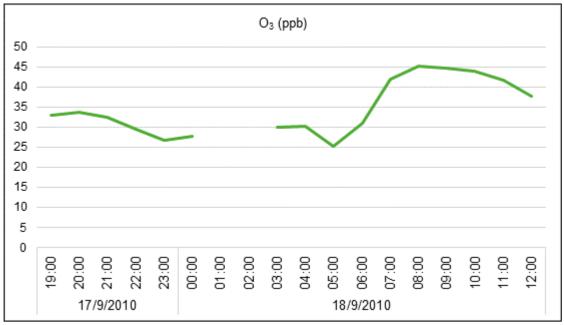
Gráfica 10.18 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010



Gráfica 10.19 Variación de la concentración de O₃ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

10.3.2. Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo

La siguiente Tabla indica los valores horarios de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo.

Tabla 10.9 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.

					_
Fecha	Hora	Dirección Viento (grados)	Velocidad Viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
1=1001001	10.00				
17/09/201	19:00	109,6	2,172	11,75	23,94
0	20:00	166,5	2,569	10,83	27,9
	21:00	112,3	2,616	9,953	29,95
	22:00	203,6	1,298	6,882	37,05
	23:00	172,2	1,827	6,393	37,95
18/09/2010	00:00	211,2	1,818	4,708	42,13
	01:00	ND	ND	ND	ND
	02:00	ND	ND	ND	ND
	03:00	306,8	1,876	4,490	34,12
	04:00	227,4	1,085	3,392	39,39
	05:00	207,1	0,927	1,023	42,45
	06:00	191,3	1,333	3,658	30,54
	07:00	264,8	2,050	9,654	29,27
	08:00	251,1	2,985	11,12	23,24
	09:00	248,9	2,321	12,09	23,5
	10:00	247,5	2,723	14,45	22,9
	11:00	247,5	3,455	16,30	21,42
	12:00	256,7	3,561	17,01	17,85

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente N° 1528-D-2010

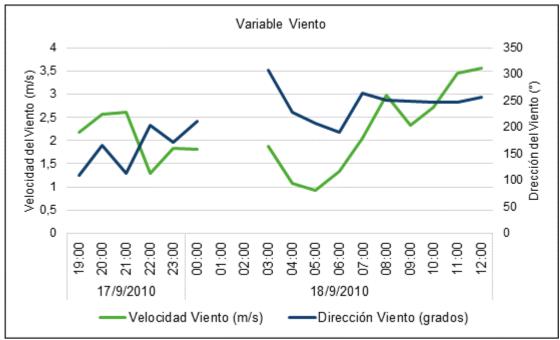
Entre la hora 1:00 y 2:00 de la mañana del día 18 de septiembre de 2010, se produjo un corte de electricidad en el recinto donde se encontraba ubicado el móvil de monitoreo, motivo por el cual no se pudieron tomar lectura de los valores correspondientes.

Las siguientes gráficas muestran la variación de los valores de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el periodo de monitoreo:





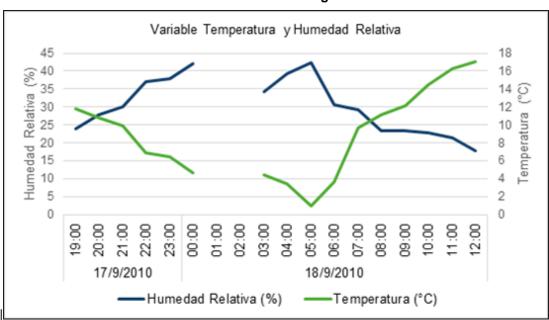
Gráfica 10.20 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

La dirección del viento fue medida en grados partiendo de 0° para la dirección norte y aumentando en sentido de las agujas del reloj hasta completar el giro (360°).

Gráfica 10.21 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.



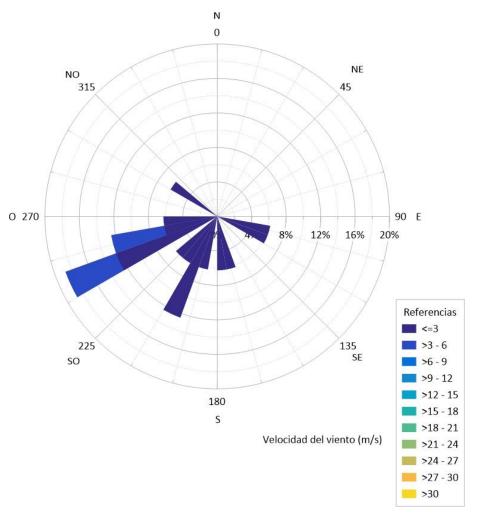
. Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010





Figura 10.3 Rosa de los vientos durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.

Rosa de los vientos Localidad Bardas Blancas - Escuela Peregrina Cantos.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010.

10.3.3. Resultados obtenidos

En la siguiente Tabla se realiza una comparación de los valores promedios, de los registros obtenidos durante el monitoreo realizado entre el 15 y el 19 de septiembre de 2010 expresados en $\mu g/m^3$ (los valores dados en Partes Por Millón se convierten a $\mu g/m^3$), con los límites legislados por la Ley N° 5100 de la provincia de Mendoza y su Decreto Reglamentario N°2404/89 para los contaminantes SO₂, NO_x, O₃ y CO. En lo referente al PM₁₀, este parámetro es el que mide el instrumental de la UMM y es la que corresponde evaluar a los efectos de su impacto sobre la salud humana. Si bien la legislación provincial establece el control del material particulado total suspendido (MPS o PTS), se estimó conveniente la medición del PM₁₀ y su comparación con los valores recomendados por OMS.

Los valores legislados y recomendados considerados para la comparación corresponden al periodo de monitoreo más corto que la normativa establece.





Tabla 10.10 Comparación de los valores promedios con los limites legislados

		Punto 3: Localidad	Valores Lí 5100)	mites (Ley	Valores Lím	ites (OMS)
Contaminante	Unidad	Bardas Blancas - Escuela Peregrina Cantos	Valor	Tiempo Promedio	Valor	Tiempo Promedio
PM ₁₀	µg/m³	40,31			50	24 h
SO ₂	µg/m³	8,84	80	8 h		
NOx ¹	µg/m³	12	200	8 h		
O ₃	µg/m³	69	125	1 h		
CO	µg/m³	145,6	10.000	8 h		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010

Referencias:

En base a los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo y de su comparación con los legislados y recomendados, se pudo concluir que:

- Dado que los valores de SO₂ resulta bajo o nulos en ciertos momentos, pudo pensarse que durante el monitoreo no hubo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas y por lo tanto los valores obtenidos para todos los contaminantes permiten caracterizar la calidad del aire de las mismas.
- Los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo en el Punto 3 no superan los establecidos como nivel de alerta en el Decreto N° 2404/89, reglamentario de la Ley N°5100 de la provincia de Mendoza.
- El valor promedio de los registros obtenidos para el PM₁₀ en el Puntos 3 son cercanos al valor recomendado por la OMS. Dado que según se indica anteriormente no hubo durante el monitoreo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas, los niveles de PM₁₀ podrían deberse al generado naturalmente por la erosión eólica desarrollada en las mismas.

10.4. Punto 4- Localidad Las Loicas - Puesto Vialidad

10.4.1. Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos

La siguiente Tabla indica las concentraciones obtenidas para cada parámetro medido durante el periodo de monitoreo:

Tabla 10.11 Concentraciones obtenidas. Punto 4: Localidad Las Loicas - Puesto Vialidad.

Fecha	Hor a	PM10 (mg/Nm ³)	SO₂ (µg/m ³)	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (mg/N m³)	O₃ (ppb)	HCM (mg/ Nm³)	HCT (mg/ Nm³)
18/09/ 10	14: 00	0,092	4,017	2,000	22,90	0,000	41,38	ND	ND
	15: 00	0,131	5,469	2,690	13,21	0,000	39,38	ND	ND
	16: 00	0,107	5,111	3,026	5,224	0,000	40,23	ND	ND
	17: 00	0,044	1,426	2,936	3,717	0,005	41,79	ND	ND
	18: 00	0,224	0,000	2,497	2,956	0,249	42,04	ND	ND
	19: 00	0,157	0,000	2,578	2,200	1,22	40,70	ND	ND

MARIO CUELLO

^{1:} NOx expresado como la suma de NO y NO₂

Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00 Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Fecha	Hor a	PM10 (mg/Nm ³)	SO ₂ (µg/m	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (mg/N m³)	O ₃ (ppb)	HCM (mg/ Nm³)	HCT (mg/ Nm³)
	20: 00	0,004	0,000	2,474	2,000	1,996	36,48	ND	ND
	21: 00	0,157	0,000	2,548	2,972	2,774	27,21	ND	ND
	22: 00	0,112	2,111	2,481	4,016	3,246	28,65	ND	ND
	23: 00	0,000	2,460	2,618	2,993	3,688	26,61	ND	ND
19/09/ 10	00: 00	0,000	0,430	3,319	2,728	4,726	23,18	ND	ND
	01: 00	0,000	0,000	2,281	3,509	5,849	18,63	ND	ND
	02: 00	0,000	0,000	1,810	2,294	0,068	22,84	ND	ND
	03: 00	0,000	0,000	1,347	1,92	0,017	25,52	ND	ND
	04: 00	0,000	0,000	2,000	1,515	0,000	25,57	ND	ND
	05: 00	0,145	0,000	2,008	1,910	0,000	24,03	ND	ND
	06: 00	0,105	0,000	2,000	1,468	0,000	25,54	ND	ND
	07: 00	0,000	0,000	2,042	1,265	0,000	23,41	ND	ND
	08: 00	0,000	0,000	2,510	2,069	0,000	18,87	ND	ND
	09: 00	0,000	0,000	2,573	2,639	0,284	20,50	ND	ND
	10: 00	0,000	0,000	1,812	1,168	0,017	28,18	ND	ND
	11: 00	0,055	6,301	2,107	1,413	0,000	28,70	ND	ND

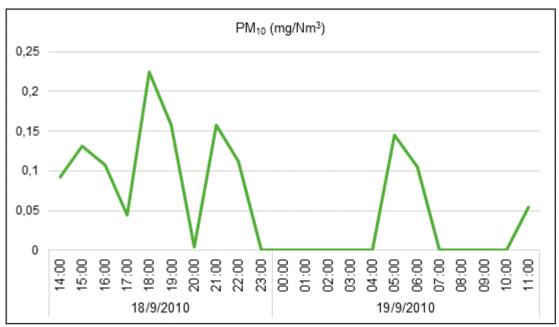
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

Las siguientes gráficas muestran la variación de las concentraciones cada parámetro durante el periodo de monitoreo:



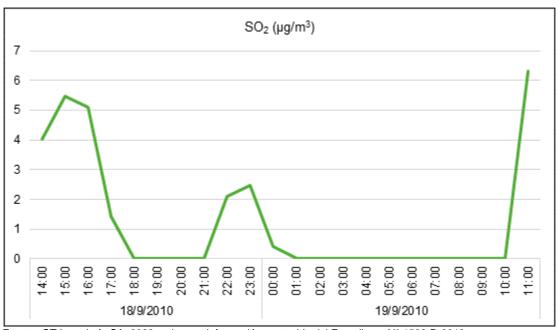


Gráfica 10.22 Variación de la concentración de PM₁₀ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

Gráfica 10.23 Variación de la concentración de SO₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad

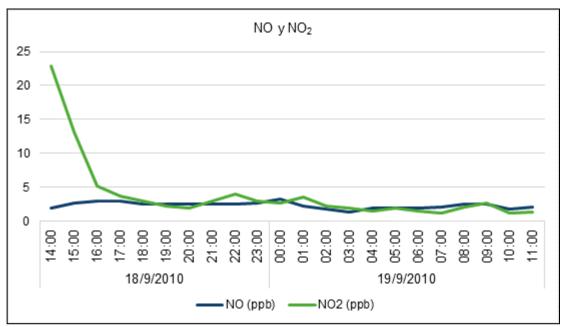


Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente N° 1528-D-2010



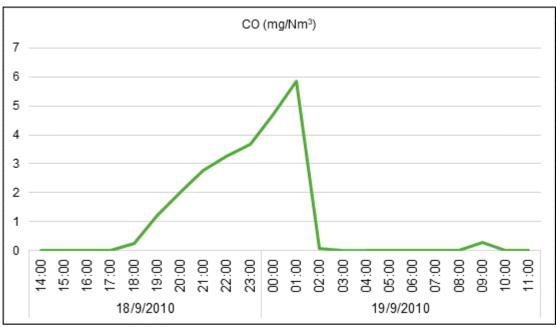


Gráfica 10.24 Variación de la concentración de NO yNO₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

Gráfica 10.25 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad

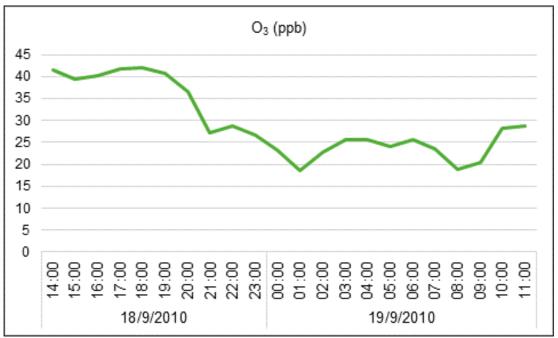


Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010





Gráfica 10.26 Variación de la concentración de O₃ durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

10.4.2. Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo

La siguiente tabla indica los valores horarios de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo.

Tabla 10.12 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad

Fecha	Hora	Dirección Viento (grados)	Velocidad Viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
18/09/201	14:00	258,5	4,687	15,10	22,94
0	15:00	234,4	4,490	15,04	26,27
	16:00	236,5	4,612	14,49	22,96
	17:00	239,0	4,951	13,41	13,14
	18:00	225,7	4,334	11,96	0,963
	19:00	237,5	3,711	10,44	88,88
	20:00	235,7	2,636	9,380	37,64
	21:00	214,3	1,192	6,936	52,36
	22:00	238,4	1,571	6,745	54,68
	23:00	264,0	1,770	5,619	58,15
19/09/2010	00:00	211,2	2,041	4,312	62,69
	01:00	216,8	1,156	1,882	71,16
	02:00	232,2	2,002	2,847	70,16
	03:00	236,7	2,569	3,912	65,35
	04:00	228,6	2,572	3,755	65,56
	05:00	218,1	2,306	3,380	66,92
	06:00	233,1	2,539	4,131	63,88
	07:00	226,7	2,032	2,769	68,75
	08:00	183,9	1,035	0,347	76,38
	09:00	204,4	1,666	2,479	72,01
	10:00	219,9	2,040	7,587	55,54
	11:00	250,2	1,664	11,47	42,03

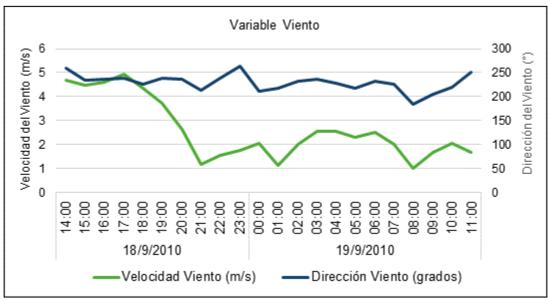
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010





Las siguientes gráficas muestran la variación de los valores de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo:

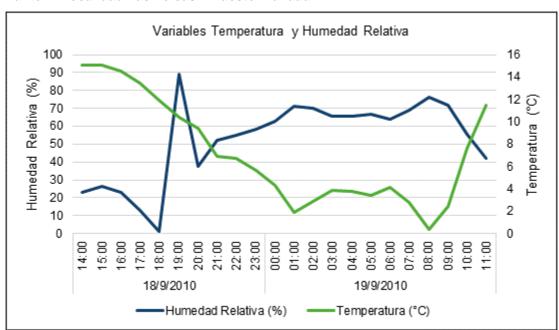
Gráfica 10.27 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida del Expediente Nº 1528-D-2010

La dirección del viento fue medida en grados partiendo de 0° para la dirección norte y aumentando en sentido de las agujas del reloj hasta completar el giro (360°).

Gráfica 10.28 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010

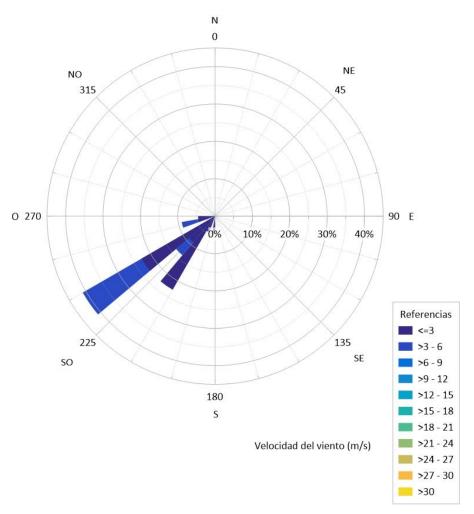


Noviembre 2024



Figura 10.4 Rosa de los vientos durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad

Rosa de los vientos Localidad Las Loicas - Puesto Vialidad.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010

10.4.3. Resultados obtenidos

En la siguiente Tabla se realiza una comparación de los valores promedios, de los registros obtenidos durante el monitoreo realizado entre el 15 y el 19 de septiembre de 2010 expresados en $\mu g/m^3$ (los valores dados en Partes Por Millón se convierten a $\mu g/m^3$), con los límites legislados por la Ley N° 5100 de la provincia de Mendoza y su Decreto Reglamentario N°2404/89 para los contaminantes SO₂, NOx, O₃ y CO. En lo referente al PM₁₀, este parámetro es el que mide el instrumental de la UMM y es la que corresponde evaluar a los efectos de su impacto sobre la salud humana. Si bien la legislación provincial establece el control del material particulado total suspendido (MPS o PTS), se estimó conveniente la medición del PM₁₀ y su comparación con los valores recomendados por OMS.

Los valores legislados y recomendados considerados para la comparación corresponden al periodo de monitoreo más corto que la normativa establece.



Noviembre 2024



Tabla 10.13 Comparación de los valores promedios con los limites legislados

	Localidad		Valores Límites (Ley 5100)		Valores Límites (OMS)	
Contaminante	Unidad	Las Loicas - Puesto de Vialidad	Valor	Tiempo Promedio	Valor	Tiempo Promedio
PM ₁₀	µg/m³	60,6			50	24 h
SO ₂	µg/m³	1,24	80	8 h		
NOx ¹	µg/m³	12	200	8 h		
O ₃	µg/m³	58	125	1 h		
СО	µg/m³	1097,2	10.000	8 h		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente Nº 1528-D-2010

Referencias:

En base a los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo y de su comparación con los legislados y recomendados, se pudo concluir que:

- Dado que los valores de SO₂ resulta bajo o nulos en ciertos momentos, pudo pensarse que durante el monitoreo no hubo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas y por lo tanto los valores obtenidos para todos los contaminantes permiten caracterizar la calidad del aire de las mismas.
- Los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo en el Punto 4 no superan los establecidos como nivel de alerta en el Decreto N° 2404/89, reglamentario de la Ley N°5100 de la provincia de Mendoza.
- El valor promedio de los registros obtenidos para el PM₁₀ en el Puntos 4 supera el valor recomendado por la OMS. Dado que según se indica anteriormente no hubo durante el monitoreo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas, los niveles de PM₁₀ podrían deberse al generado naturalmente por la erosión eólica desarrollada en las mismas.

11. Hidrología e Hidrogeología

Por la gran extensión del área MDMO se realizó un estudio de morfología de la cuenca basado en bibliografía validada y utilizada para otros estudios similares. Además, se tuvo en cuenta para este análisis las cuencas hidrográficas definidas y digitalizadas por el Departamento General de Irrigación de la provincia de Mendoza y el Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas (IADIZA) del CONICET y los estudios elaborados por la Dirección de Recursos Naturales Renovables, Plan Estratégico Malargüe, Municipalidad de Malargüe, Departamento General de Irrigación y ICES en el marco del Plan Rector de pesca para el Departamento de Malargüe.

No se cuenta con estudios específicos de datos de profundidad de agua subterránea para el área de estudio, sin embargo, se agrega la información regional disponible.

11.1. Caracterización morfológica de las cuencas

Las cuencas incluidas en el área de estudio son las Cuenca del Río Malargüe, Cuenca de Pampas de Malargüe y Cuenca del Colorado.

La caracterización morfológica influye de manera decisiva en la respuesta hidrológica de cada una de las cuencas. Para ello se necesita visualizar un Mapa de divisorias de aguas, Mapa de curvas de Nivel y Mapa de la red hidrográfica. Este análisis se realiza mediante la herramienta QGis.

MARIO CUELLO

^{1:} NOx expresado como la suma de NO y NO₂

Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00 Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A. Noviembre 2024



Tabla 11.1 Superficie de las cuencas dentro del área de estudio

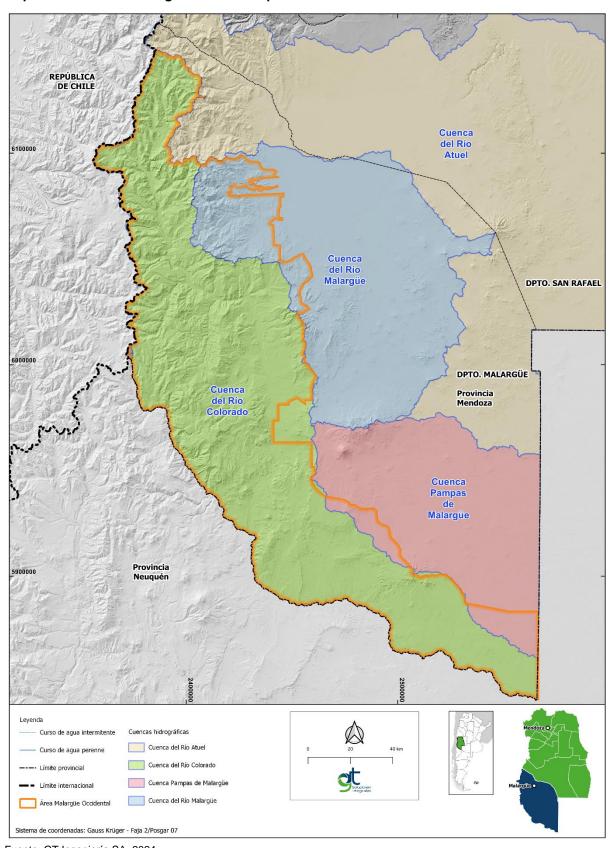
Cuenca	Área total (km²)	Área dentro de área de estudio (km²)	% del área de la cuenca dentro del área de estudio (en territorio mendocino)
Cuenca del Río Colorado	16.196.408,59	15.794.007	97,51%
Cuenca Pampas de Malargüe	7.395.534,32	904.786,76	12.23%
Cuenca del Río Malargüe	10.846.817,55	2.573.135,69	21.87%

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Noviembre 2024



Mapa 11.1 Cuencas hidrográficas con respecto al área de estudio



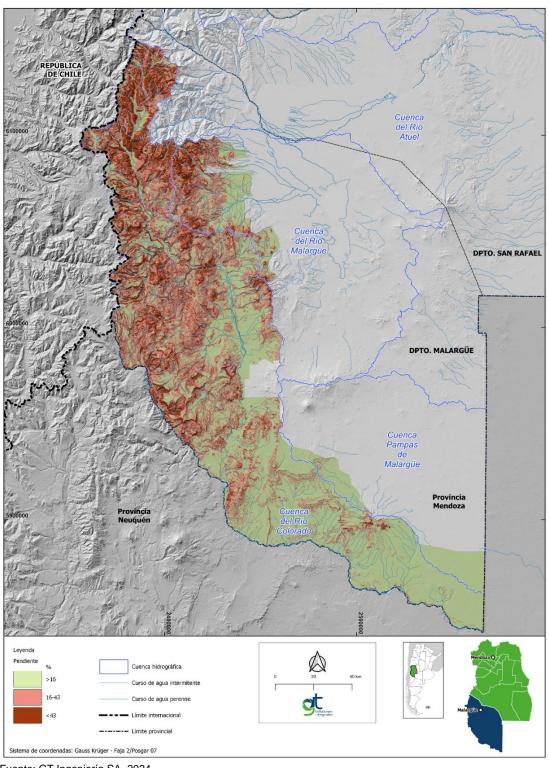
Fuente: GT Ingeniería SA, 2024



Noviembre 2024



Mapa 11.2 Pendientes de las cuencas hidrográficas del área de estudio



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Las fórmulas y valores de referencia considerados para el análisis de los parámetros morfológicos fueron desarrollados por Horton (1945), Stralher (1958), Schumm (1956) Vich (1996 y 1999), Mármol (2008), (Nanía (2002), Ortiz Vera (2004) y Ferreira (2021) y se describen a continuación.



Noviembre 2024



Tabla 11.2 Modelos matemáticos de los parámetros morfológicos

Modelos matemáticos	Parámetros Morfométricos
$K_c = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Índice de Compacidad de Gravellius (Kc) P: Perímetro de la cuenca (km) A: área de la cuenca (km²)
$Ff = \frac{Ap}{La}$	Factor de Forma de Gravelius (Ff) Ap: Ancho promedio (km) La: Longitud axial (km)
$Rf = \frac{A}{Lb^2}$	Relación de Forma de Horton (Rf) Lb: máxima longitud de la cuenca (km)
$I_a = \frac{Lb}{Am}$	Índice de Alargamiento (la) Am: ancho máximo de la cuenca (km) Lb: longitud máxima

Fuente: Horton (1945), Stralher (1958), Schumm (1956) en Vich (1996 y 1999), Mármol (2008) Nanía (2002), Ortíz Vera (2004) y Ferreira (2021).

En las Tablas 8.3 y 8.4 se presentan los valores para la interpretación de la Relación de Forma de Horton, en la Tabla 8.5 los valores para interpretar Kc y en Tabla 8.6 valores del Índice de alargamiento (la).

Tabla 11.3 Interpretación de Relación de forma

Rf	Forma de la cuenca
0.785	Circular
1	Cuadrado con salida central
0.5	Cuadrado con salida lateral
< 1	Rectangular

Fuente: Mármol, 2008

Tabla 11.4 Forma de la cuenca

Valores Rf aproximados	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 - 0.30	Alargada
0.30 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37- 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
- 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Fuente: Santander y Barrios, 2011

Tabla 11.5 Interpretación de Índice de Compacidad Kc

Кс	Clases de forma
1 – 1.25	Casi redonda a oval redonda (compacta)
1.25 – 1.50	Oval oblonga

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com



Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00

Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Кс	Clases de forma
1.50 – 1.75	Rectangular oblonga
>1.75	Casi rectangular (alargada)

Fuente: Junco, 2004

Tabla 11.6 Valores de índice de alargamiento

la	Forma de la cuenca
0 – 1.4	Poco alargada
1.5 – 2.8	Moderadamente alargada
2.9 – 4.2	Muy alargada

Fuente: Junco, 2004

11.1.1. Características de forma de las cuencas

La forma de la cuenca interviene en las características del hidrograma de descarga de una determinada correntía y flujos máximos. Visiblemente, la forma de las cuencas que se encuentran al Sur de la provincia son de grandes extensiones (Mapa 11.1), sus características morfométricas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11.7 Parámetros de Forma de las cuencas del Sur de la provincia de Mendoza

Parámetros de	Cuenca			
Forma	Cuenca del Río Colorado	Cuenca Pampa de Malargüe	Cuenca del Río Malargüe	
A: Área de la cuenca (km²)	16.196,41	7.395,53	10.846,82	
P: Perímetro (km)	1.116,97	455,23	617,63	
L: Long máx (Km)	256,90	-	83,33	
LA: Long axial (lm)	117,37	-	51,32	
A med: Ancho medio (km)	63,05	-	130,17	
Ff: Factor de forma o Gravellius	0,24	-	1,56	
Kc: Índice de compacidad	2,475	1,493	1,672	
la: Índice de Alargamiento	4,07	-	0,64	

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

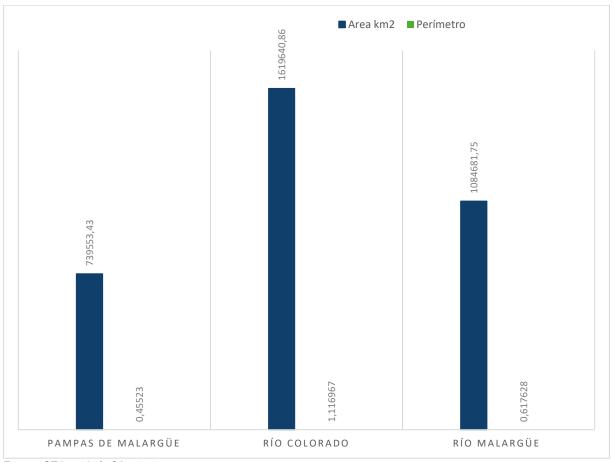
La cuenca de mayor tamaño es la cuenca del Río Colorado (16.196,41 km²) y la cuenca del Río Malargüe (10.846,82 km²), mientras que la de menor tamaño es la cuenca Pampa de Malargüe con 7.395,53 km². Con respecto al perímetro de cada una de las cuencas sigue el mismo orden anterior. En la siguiente gráfica se presentan las comparaciones del área y el perímetro de cada cuenca.



Noviembre 2024



Gráfica 11.1 Área y perímetro de las cuencas del Sur de la provincia de Mendoza (Malargüe)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 11.8 Comparación de parámetros de forma de las cuencas del sur Mendocino

Cuenca	Kc	Clase de forma	Ff	Factor de Forma	la	Forma de la cuenca
Cuenca del Río Colorado	2,475	Casi rectangular (alargada)	0,24	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas (crecientes)	4,07	Muy alargada
Cuenca Pampas de Malargüe	1,493	Oval oblonga	-	-		
Cuenca del Río Malargüe	1,672	Rectangular oblonga	1,56	Tiende a ser achatada, tendencia a la concurrencia de avenidas (crecientes)	0,64	Poco alargada

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Según el Índice de Compacidad (Kc), las cuencas de Río Colorado y está clasificada con la forma casi rectangular (alargada), mientras que la cuenca del Río Malargüe presenta una forma rectangular oblonga y la cuenca Pampas de Malargüe tiene una forma oval oblonga. En una cuenca redonda, la escorrentía o crecida producida por lluvias intensas llega rápidamente al punto de cierre, en cambio, en cuencas de formas alargadas esa crecida llega en menos tiempo e intensidad.

En cuanto al factor de forma, la cuenca de Río Colorado, es alargada; mientras que la cuenca del Río Malargüe presenta una forma achatada. Una cuenca alargada presente mayor cantidad de tributarios, mientras que la achatada corresponde a cuencas que poseen un cauce principal de corta trayectoria y



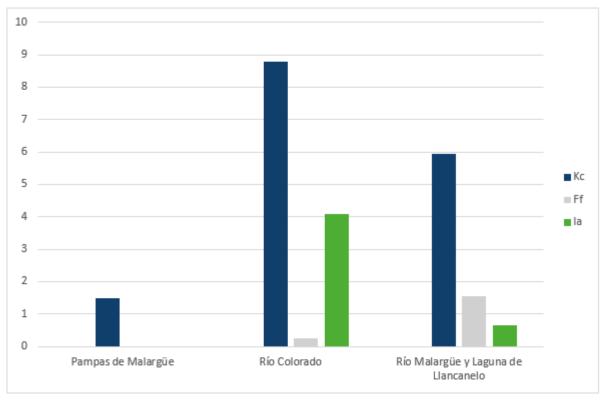
Noviembre 2024



por consecuencia menor cantidad de tributarios. Para la cuenca Pampas de Malargüe no se hayan datos de Factor de forma ya que no posee un cause principal.

Finalmente, para el índice de alargamiento (la), la cuenca del Río Colorado es muy alargada, mientras que la cuenca de Río Malargüe posee un índice de alargamiento de una cuenca poco alargada.

Gráfica 11.2 índice de compacidad, Factor de forma e Índice de alargamiento de las cuencas del sur de Mendoza



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

11.2. Medición de caudales

Según los datos proporcionados por la Dirección General de Irrigación, se analizan a continuación los datos históricos del caudal mensual de los ríos comprendidos en el área de estudio.

11.2.1. Estación 2002 - Colorado - Buta Ranquil

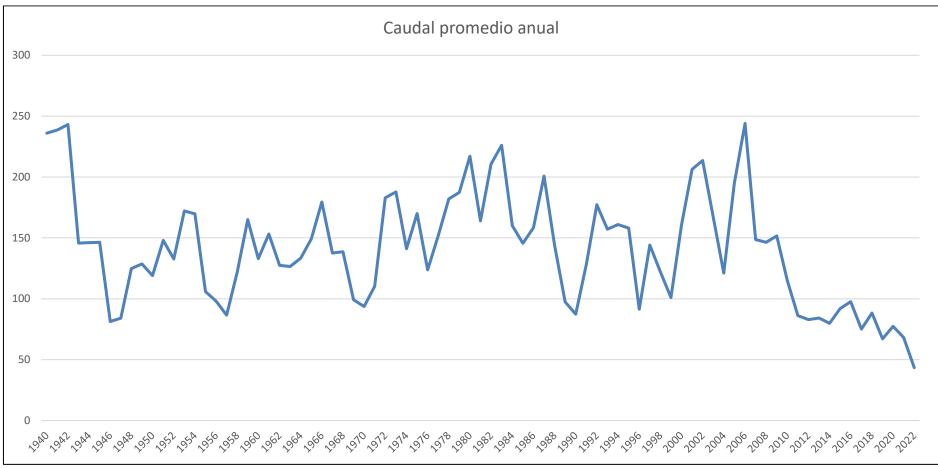
Para esta estación los datos incluidos en el análisis abarcan el rango anual comprendido entre 1940 al 2022 (82 años).

En la siguiente Gráfica se representa la variación promedio de caudal entre los años 1940 a 2022, en donde el caudal medio no supera los 250m³/s, teniendo dos picos máximos en el 1943 con 243,16 m³/s y en el 2006 con 244.5 m³/s. En general se visualiza que los valores promedios obtenidos oscilan entre los 80 y 250 m³/s para todos los años registrados. Luego del pico máximo registrado en 2006, se produce una fuerte caída de la cual sigue en tendencia hasta el 2022, donde se observa el valor promedio anual más bajo históricamente con 44,5 m³/s.





Gráfica 11.3 Datos históricos del caudal medio mensual de la Estación 2002 – Colorado – Buta Ranquil (Río Colorado) (1940 a 2022)



Fuente: GT Ingeniería SA en base a los datos proporcionados por la DGI, 2024

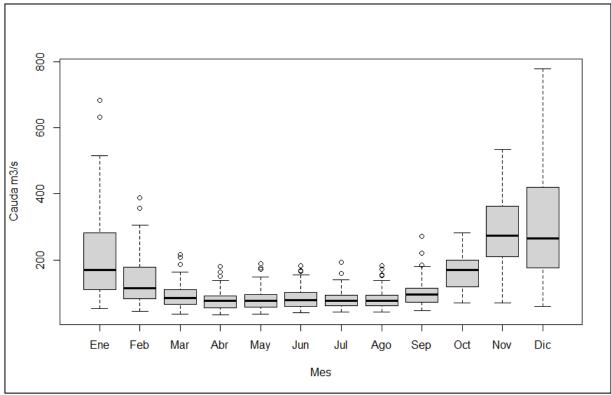


Soluciones

Con respecto a la variación mensual del caudal del río Colorado se indica que la mediana obtenida para los meses de noviembre, diciembre y enero fue la más alta, siendo enero el de mayor valor registrado. De marzo a septiembre se visualiza una disminución de los caudales encontrándose por debajo de los 200 m³/s. Finalmente tanto febrero como octubre muestran un caudal medio con valores por encima de los 200 m³/s.

Gráfica 11.4 Variación mensual del caudal (1940 a 2022)

Noviembre 2024



Fuente: GT Ingeniería en base a los datos proporcionados por la DGI, 2024

11.2.2. Estación 1454 - Malargüe - La Barda

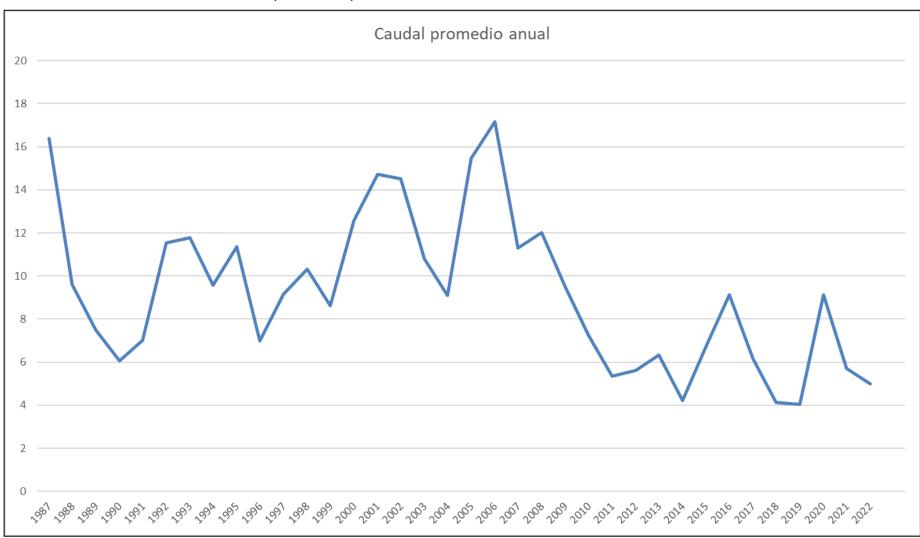
Para la Estación 1454 el registro disponible es de julio de 1987 a febrero de 2022 (35 años).

Dentro del período analizado, la variabilidad de las medidas de caudal oscila entre 4 a 17 m³/s. Los registros más altos de caudal se dieron en 1987 con 16,38 m³/s y en el 2006 con 17,17 m³/s. Luego del 2006, el registro muestra una baja constante llegando a 4,21 m³/s en el año 2014, luego de este año el caudal medio no ha superado los 9 m³/s hasta la última fecha del registro, encontrándose en este último período el registro más bajo con 4,04 m³/s para el año 2019.





Gráfica 11.5 Variación mensual del caudal (1987 a 2022)



Fuente: GT Ingeniería en base a los datos proporcionados por la DGI, 2023

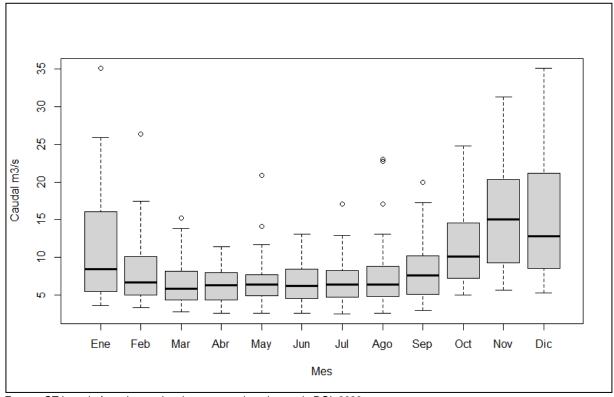






Gráfica 11.6 Variación mensual del caudal (1987 a 2022)

Noviembre 2024



Fuente: GT Ingeniería en base a los datos proporcionados por la DGI, 2023.

Con respecto a la variación mensual del caudal se observa que el valor de la mediana para los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero fue la más alta, donde solo presenta valores anómalos el mes de enero. De marzo a agosto se visualiza una disminución de los caudales encontrándose por debajo de los 10 m³/s. Finalmente los meses de febrero como septiembre muestran un caudal medio con valores por encima de los 10 m³/s. De enero a septiembre se encuentren valores atípicos o datos únicos particulares de ocurrencia de aumento de caudal.

11.2.3. Estación 1224 – Grande – La Gotera

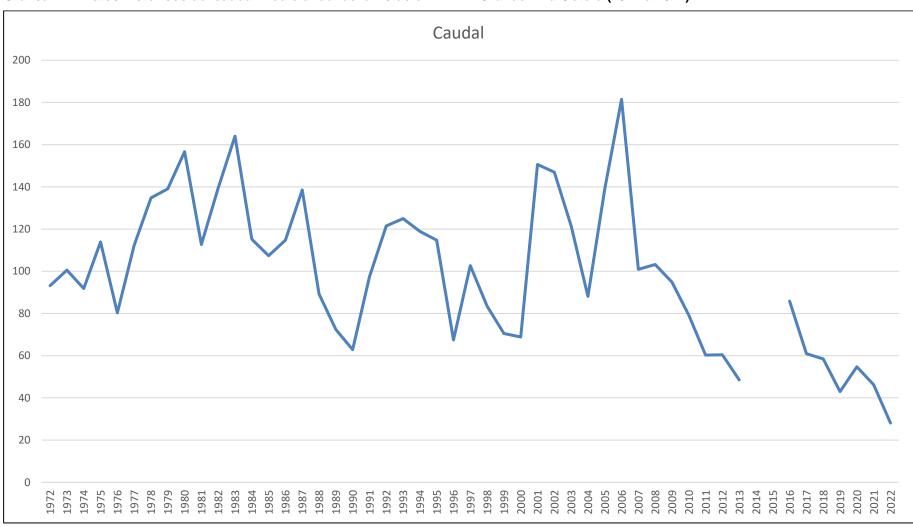
Para esta estación los datos de caudales disponibles son de enero de 1972 a junio del 2022. Tanto para el 2013 como para el 2014 no se registran datos.

El caudal medio no supera los 200m³/s, teniendo un pico máximo en el 2006 con 181,51 m³/s. En general se visualiza que los valores promedios obtenidos oscilan entre los 60 y 160 m³/s para todos los años indicados. Luego del pico máximo registrado en 2006, se produce una fuerte caída de la cual sigue en tendencia hasta el 2022, donde se observa el valor promedio anual más bajo históricamente con 28,09 m³/s.





Gráfica 11.7 Datos históricos del caudal medio anual de la Estación 1424 – Grande – La Gotera (1972 a 2022)

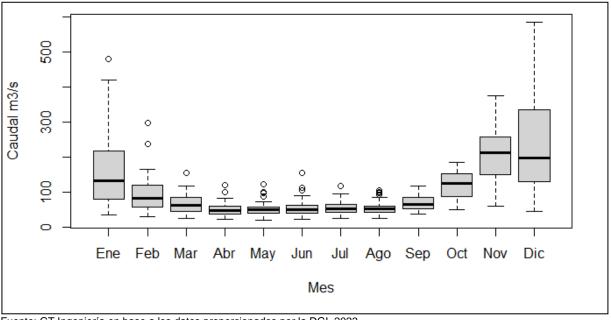


Fuente: GT Ingeniería SA en base a los datos proporcionados por la DGI, 2023





Gráfica 11.8 Variación mensual del caudal



Fuente: GT Ingeniería en base a los datos proporcionados por la DGI, 2023.

Con respecto a la variación mensual del caudal la mediana registra valores para los meses de, noviembre, diciembre y enero los valores más altos, en este período solo presenta valores anómalos el mes de enero, y sus valores máximos se encuentran por encima de 400 m³/s. De abril a agosto se visualiza una disminución de los caudales encontrándose por debajo de los 100 m³/s. Finalmente tanto febrero como septiembre muestran un caudal medio con valores por encima de los 10 m³/s. De enero a septiembre se encuentren valores atípicos o datos únicos particulares de ocurrencia de aumento de caudal.

11.3. Calidad de agua superficial - Caracterización hidroquímica del agua superficial

A partir de los datos suministrados por el DGI de muestreos de control y monitoreo de calidad de aguas superficiales para diferentes puntos de la cuenca de Malargüe (total de 27 sitios y registros desde el 2005 al 2020) se analizaron los datos de 23 sitios de monitoreo, los cuales quedan incluidos dentro del área de MDMO, a fin de caracterizar hidroquímicamente el agua superficial de los diferentes cursos de agua superficial.

11.3.1. Sitios de muestreo del agua superficial

Los sitios de muestro de los cuales se analizan los diferentes resultados analíticos de hidroquímica superficial se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11.9. Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial

Punto de muestreo	Ubicación	Latitud	Longitud	х	Υ
ZM1	Agua Botada	35°51'10.28"S	69°46'33.92"O	2.429.894,84	6.032.472,22
ZM9	La Pasarela	36°18'18.13"S	69°39'41.31"O	2.440.589,32	5.982.373,26
ZM2	Aº Buta-Ló	35°53'35.62"S	69°44'50.92"O	2.432.513,53	6.028.012,82
ZM3	Aº Carrizalito	35°58'24.97"S	69°43'1.42"O	2.435.325,28	6.019.114,95
ZM4	Aº El Salto	35°59'40.74"S	69°40'25.99"O	2.439.235,72	6.016.807,31
ZM5	Aº Divisadero	36° 0'48.25"S	69°40'51.12"O	2.438.620,71	6.014.722,08
ZM6	Aº Agua de Arias	36° 2'24.85"S	69°38'5.49"O	2.442.787,78	6.011.772,61
ZM7	Los Cavaos	36° 5'27.63"S	69°38'58.51"O	2.441.498,12	6.006.130,05
	Cajón de Los				
ZM8	Caballos	36° 4'4.07"S	69°32'0.50"O	2.451.941,39	6.008.769,2
ZM10	El Zampal	36°30'57.71"S	69°39'59.29"O	2.440.302,4	5.958.956,37

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com



Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00 Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A. Noviembre 2024



Punto de muestreo	Ubicación	Latitud	Longitud	х	Υ
ZM11	Aº Calmuco	36°30'15.40"S	69°40'42.68"O	2.439.213,59	5.960.253,04
ZM12	Pte. Río Barrancas	36°48'45.31"S	69°52'20.77"O	2.422.152,19	5.925.898,65
ZM15	Pata Mora	37°12'25.82"S	69° 6'48.88"O	2.489.917,96	5.882.457,45
ZM16	Aº Mechanquil	36°13'10.72"S	69°40'10.27"O	2.439.801,3	5.991.843,87
ZM17	Aº El Manzano	36° 6'0.86"S	69°43'11.63"O	2.435.173,35	6.005.061,22
	Río Grande				
ZM18	Bardas Blancas	35°51'32.41"S	69°48'21.92"O	2.427.190,36	6.031.768,37
ZM19	Aº Chequen-Co	35°51'6.60"S	69°47'14.83"O	2.428.867,29	6.032.577,6
ZM26	Aº Pincheiras	35°31'2.77"S	69°48'22.21"O	2.426.871,98	6.069.667,44
ZM27	Aº Torrecillas	35°31'4.70"S	69°48'22.17"O	2.426.873,47	6.069.607,96
ZM32	Cerro Mollar Oeste	35°18'59.05"S	69°42'28.39"O	2.435.627,78	6.092.040,73
ZM33	Aº EL Durazno	35°18'50.85"S	69°42'14.67"O	2.435.972,65	6.092.295,8
ZM34	Aº Mallín Largo	35°18'41.74"S	69°42'8.15"O	2.436.135,22	6.092.577,95
	Solariego (Toma				
ZM38	Pluspetrol)	69°23'36.70"O	68°17'5.91"O	2.563.175,28	5.842.915,12

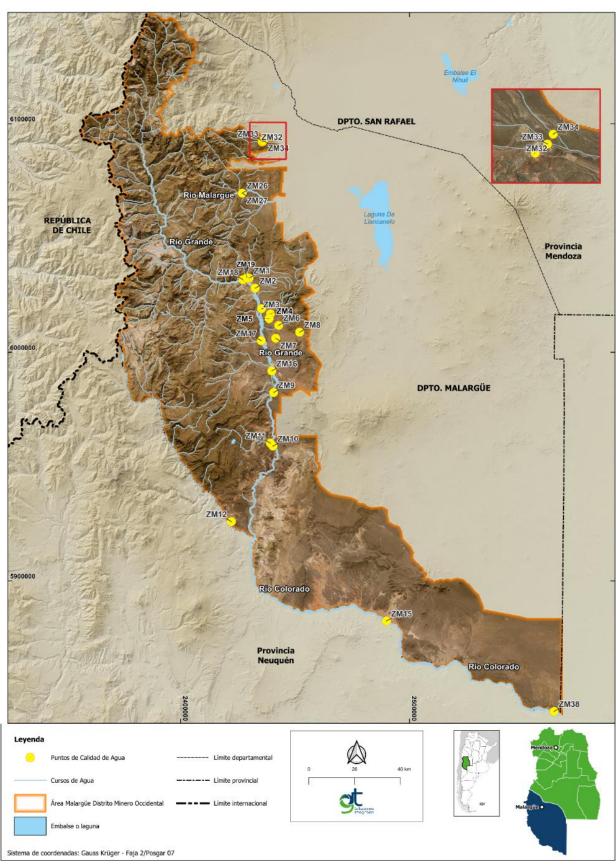
Fuente: Dirección General de Irrigación, 2024



Noviembre 2024

Soluciones

Mapa 11.3 Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua







Fuente: GT Ingeniería SA, 2024. En base a los datos proporcionados por la DGI

11.3.2. Metodología de toma de muestra superficial

La metodología utilizada por la DGI es tomar un promedio de 3 (tres) muestras de agua en cada punto para cada año a fin de realizar un control y monitoreo de la calidad de agua en la cuenca de Malargüe de manera estacional. La fecha de los datos disponibles es del 2005 al 2020 dependiendo el punto.

Los parámetros utilizados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 11.10. Parámetros medidos para aguas superficiales en la cuenca de Malargüe.

Table Tilloli alaliicti
Parámetros
Alcalinidad Total
Dureza Total
R.A.S.
Cloruros
Sulfatos
Carbonaros
Bicarbonatos
Calcio
Magnesio
Sodio
Potasio
Estroncio
Bario
Litio
Niquel
Vanadio
Radio
Uranio
Solidos Disueltos Totales
Hidrocarburos Panafinicos Totales
Hidrocarburos Totales de Petroleo
pH (Laboratorio)
E , D: 0

Fuente: Dirección General de Irrigación, 2024

11.3.3. Resultados

Las características geológicas y geomorfológicas de la región, sumado a las características climáticas, condicionan directamente la hidroquímica del recurso hídrico.

A partir de los resultados de laboratorio, obtenidos en cada muestreo, se realizó la caracterización química general del recurso hídrico utilizando Diagramas de Piper.



Noviembre 2024

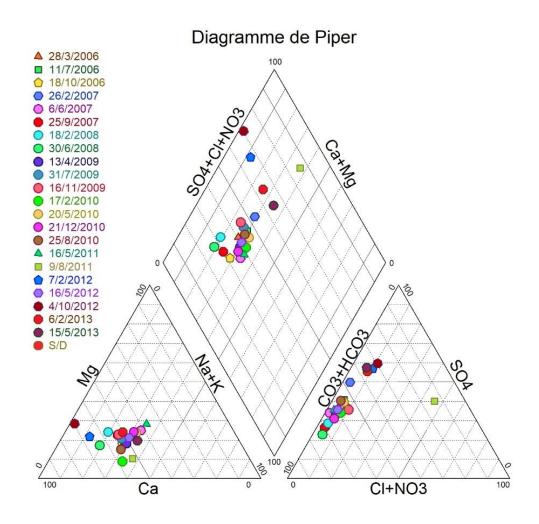


El diagrama de Piper contiene dos zonas triangulares que representan por separado las proporciones de los aniones y los cationes de una muestra, y una zona romboidal en la parte central del diagrama donde se proyectan los puntos de cada uno de los triángulos por medio de una recta paralela al borde superior del rombo. La intersección de estas dos rectas representa la composición del agua con respecto a una determinada agrupación de aniones y cationes.

En el triángulo de cationes se representan los porcentajes de equivalentes de calcio, de magnesio y de sodio más potasio respecto al total de equivalentes de cationes. En el triángulo de aniones, los porcentajes de equivalentes de sulfatos, de cloruros y de bicarbonatos más carbonatos respecto al total de aniones. A cada vértice de un triángulo le corresponde el 100% de un catión o un anión.

Los puntos representados en los diagramas de Piper permiten clasificar el agua de una muestra y definir las diferentes "facies hidroquímicas" en función del contenido de aniones y cationes mayoritarios. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas.

Gráfica 11.9 Gráfico de Pipper para el Punto ZM1: Agua Botada



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

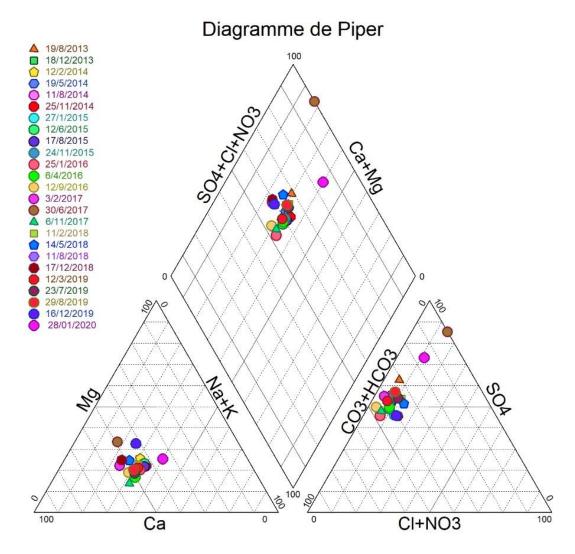
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2006 a 2013, el Calcio es el catión dominante asociados a los aniones Bicarbonatos y sulfatos.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto de monitoreo es del tipo "Bicarbonatada cálcica" y que en algunos periodos del tipo "Sulfatada cálcica".





Gráfica 11.10 Gráfico de Pipper para el Punto ZM1: Agua Botada (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

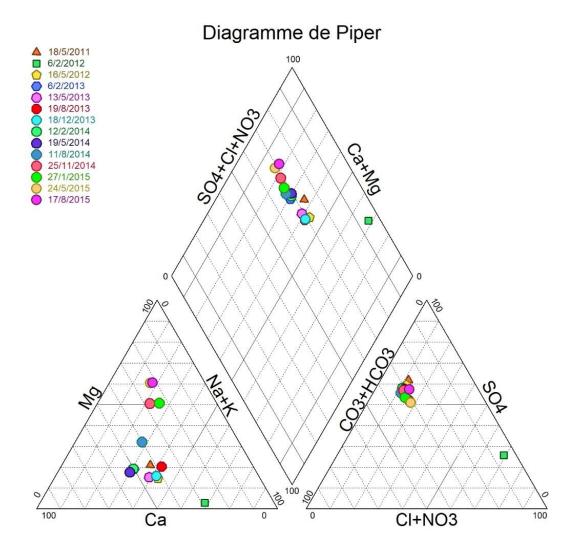
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2020, el Calcio y el Magnesio son los cationes dominantes. Por otro lado, el anión mayoritario se corresponde con el Sulfato y seguido por el Bicarbonato.

Los aniones y cationes de algunas muestras se presentan en zonas en donde los iones no presentan dominancia en la química del agua. En general, la facie hidroquímica de este punto de monitoreo se corresponde con una del tipo sulfatada cálcica y magnésica.





Gráfica 11.11 Gráfico de Pipper para el Punto ZM2: Arroyo Buta-ló



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

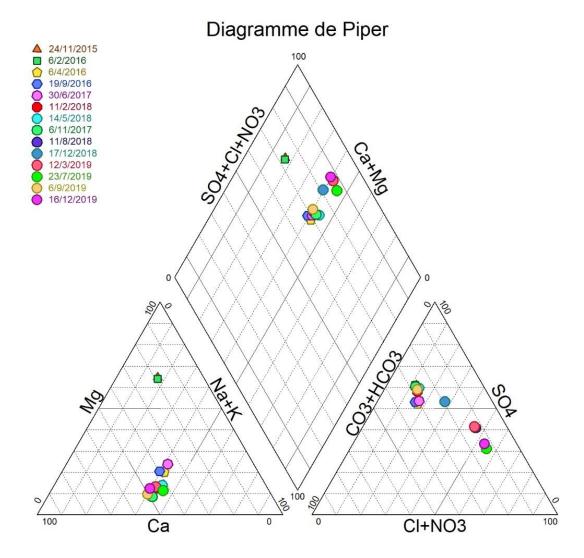
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2011 al 2015 presentan una variación de los principales cationes a lo largo del periodo de muestreo, mientras que el Sulfato prevalece como el principal anión presente en el agua, a excepción de la muestra 06/2/2012 que presenta una concentración más elevada de cloruros.

La muestra del 06/2/2012 muestran una variación y tienden a ser clorurada, a diferencia de las demás que poseen una facie hidroquímica sulfatadas cálcicas y magnésicas.





Gráfica 11.12 Gráfico de Pipper para el Punto ZM2: Arroyo Buta-ló (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2015 a 2019, para el caso de los cationes, las muestras analizadas presentan una concentración mayor de Calcio y de Sodio/Potasio y para los aniones muestra mayor concentración de sulfatos y cloruros.

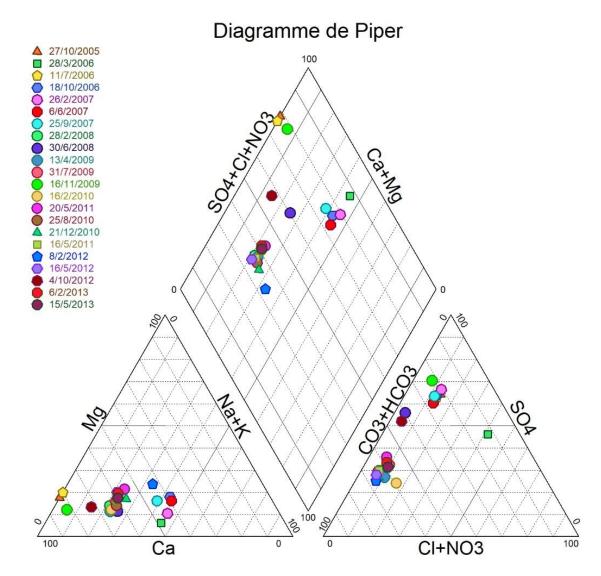
La muestra del 24/11/2015 y 06/02/2016 muestran una variación con el catión Magnesio como dominante.

En general la facie hidroquímica de este punto de muestreo se corresponde con un tipo de agua sulfatada cálcica.





Gráfica 11.13 Gráfico de Pipper para el Punto ZM3: El Carrizalito



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

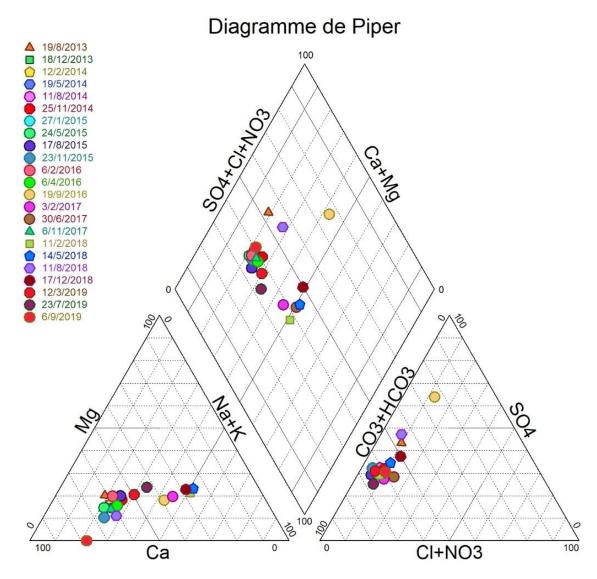
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan una concentración mayoritaria del catión Calcio; mientras que los aniones mayoritarios se encuentran distribuidos entre Sulfatos y bicarbonatos,

El agua del punto de muestreo ZM3 El Carrizalito presentan variaciones en la facies hidroquímicas que varían entre "Sulfatadas cálcicas" a "Bicarbonatadas cálcicas"



Soluciones integrales

Gráfica 11.14 Gráfico de Pipper para el Punto ZM3: El Carrizalito (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Noviembre 2024

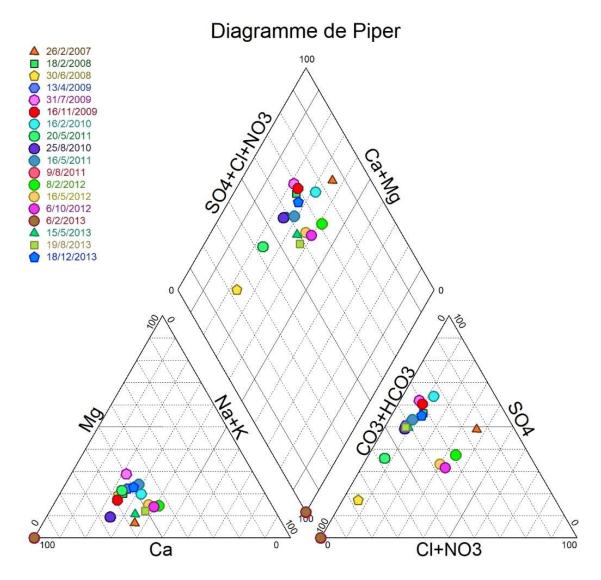
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que los valores obtenidos en el período 2013 al 2019, las muestras analizadas presentan una concentración mayor del Calcio y del Sodio/Potasio; mientras que el Bicarbonato es el anión principal a excepción de la muestra 19/09/2016 que tiene mayor presencia del Sulfato más sulfatada.

Se concluye que las facies hidroquímicas presentadas en la muestra en este punto de muestreo se corresponde con aguas de tipo "Bicarbonatada cálcica".





Gráfica 11.15 Gráfico de Pipper para el Punto ZM4: Arroyo El Salto



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

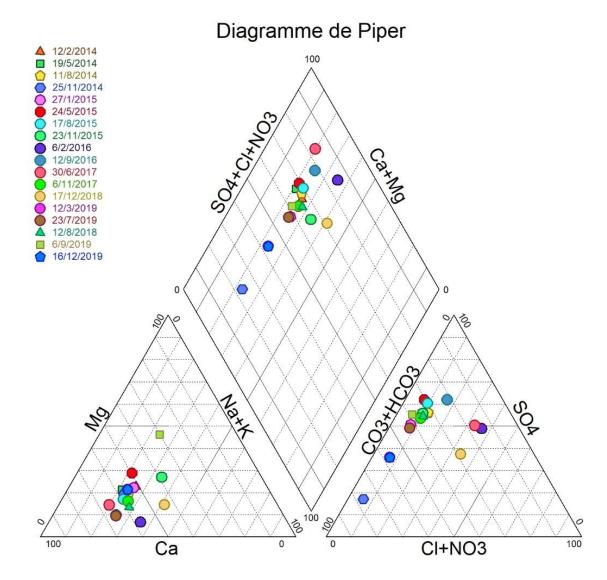
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2007 a 2013, las muestras analizadas presentan una concentración mayor de Calcio una mayor concentración del anión Sulfato. También se observa una mayor concentración del anión Bicarbonato en algún monitoreo.

De igual manera, se puede concluir, que estas facies hidroquímicas presentadas en el Arroyo El Salto se presentan como aguas del tipo "Sulfatadas cálcicas y magnésicas".





Gráfica 11.16 Gráfico de Pipper para el Punto ZM4: Arroyo El Salto (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

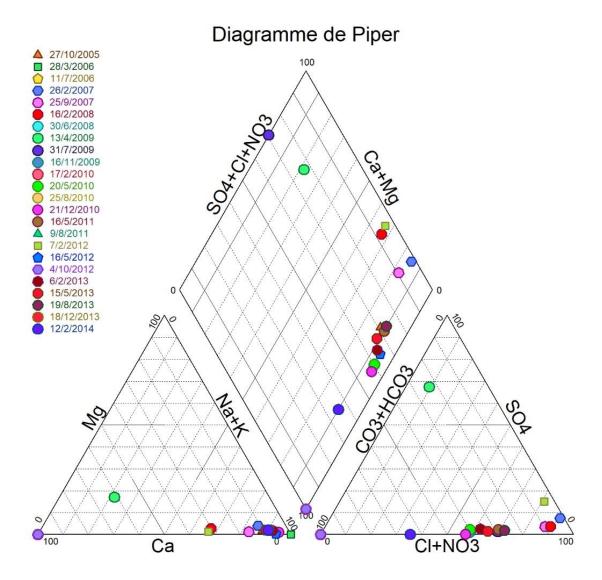
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2014 al 2019, las muestras analizadas presentan una concentración mayor de Calcio y del anión Sulfato, excepto las muestras 25/11/2014 y 6/12/2016 que muestra mayor concentración de Bicarbonato.

En conclusión, estas facies hidroquímicas presentadas en este punto de muestreo se corresponde con aguas del tipo "Sulfatadas cálcicas y magnésicas", excepto en un par de muestras que se corresponden con aguas del tipo "bicarbonatadas cálcicas" (muestras 25/11/2014 y 6/12/2016).





Gráfica 11.17 Gráfico de Pipper para el Punto ZM5: Arroyo Divisadero



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

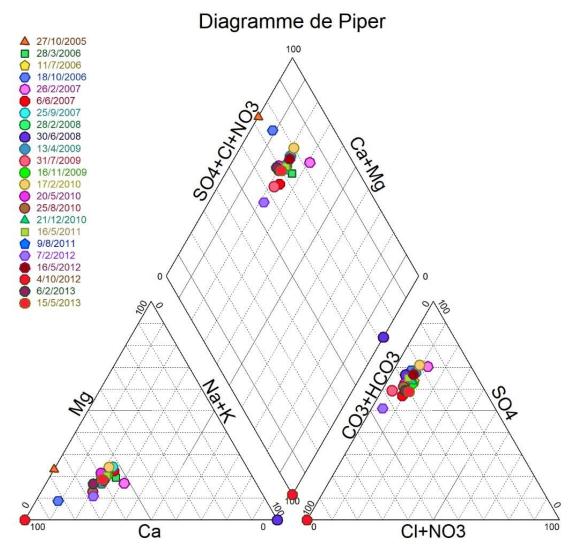
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2014, las muestras analizadas presentan al Sodio/Potasio como cationes principales, excepto la muestra del 13/04/2009 que presenta mayor concentración de Calcio; y la muestra del 04/10/2012 que posee una concentración de Calcio al 100%. Por otro lado, el anión principal es el Cloruro, excepto la muestra 04/10/2012 y 12/02/2014 que muestra mayor concentración de Bicarbonato; y la muestra 13/09/2009 de Sulfato.

En general, la facie hidroqumica del agua del punto de muestreo ZM5-Arroyo Divisadero es del tipo "Clorurada sodica/potasica".





Gráfica 11.18 Gráfico de Pipper para el Punto ZM6: Arroyo Agua de Arias



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

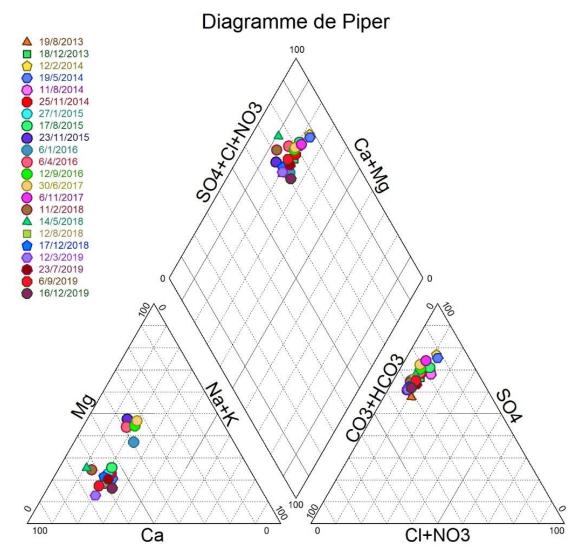
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, presenta al catión Calcio como mayoritario, excepto para la muestra 30/06/2008 que toma al Sodio/Potasio como mayoritario. Por otro lado, el anión principal es el Sulfato, excepto la muestra 06/06/2007 que muestra mayor concentración de Bicarbonato.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Sulfatada magnésica".





Gráfica 11.19 Gráfico de Pipper para el Punto ZM6: Arroyo Agua de Arias (segundo período)



Fuentes: GT Ingeniería SA, 2024

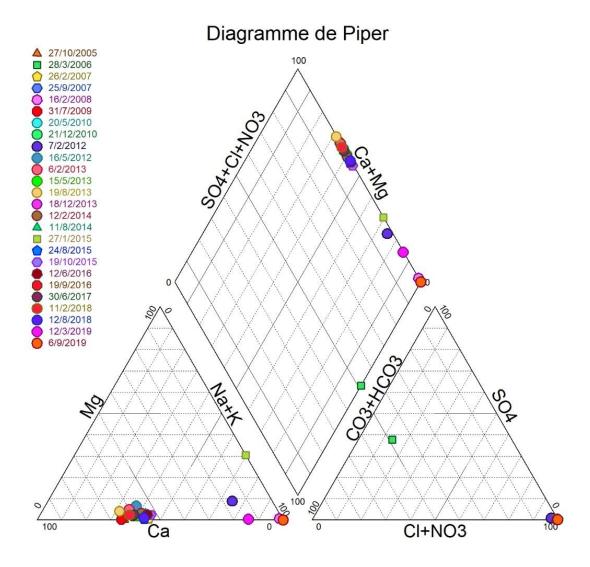
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el segundo período 2013 a 2019, el catión dominante es el Calcio seguido del Magnesio. Por otro lado, el anión principal es el Sulfato.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Sulfatada CalCiCa".





Gráfica 11.20 Gráfico de Pipper para el Punto ZM7: Los cavaos



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

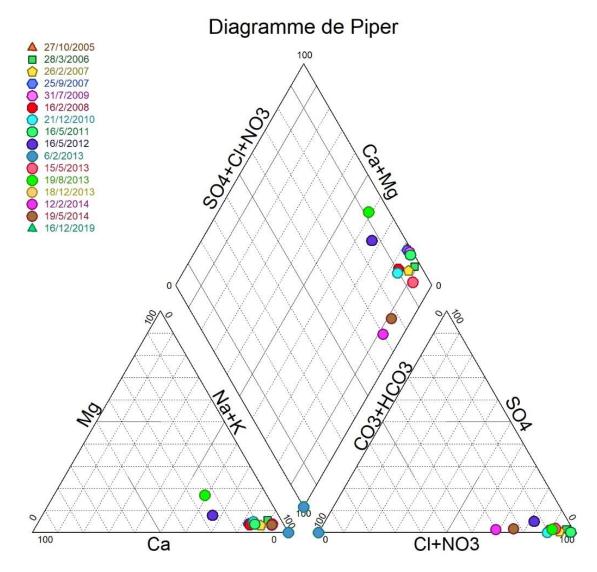
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2019, presentan al Calcio como catión principal, a excepción de la muestra 28/03/2006, 16/02/2008, 12/08/2018,12/03/2019 y 06/09/2019 que presentan concentraciones mayores de Sodio/Potasio. Por otro lado, anión Cloruros sería el mayoritario, excepto la muestra 28/03/2006 que muestra mayor concentración del ion Bicarbonato.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Clorurada calcica" y que en algunos periodos seria del tipo "Clorurada sódica/potásica".





Gráfica 11.21 Gráfico de Pipper para el Punto ZM8: Cajón de los Caballos



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

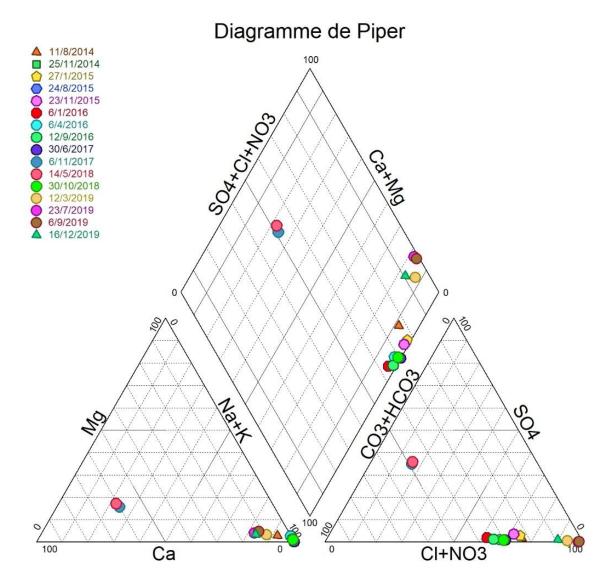
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2019, presentan al Sodio y al Potasio como los cationes principales. Por otro lado, para los aniones muestran mayor concentración de cloruros, excepto la muestra 06/02/2013 que muestra mayor concentración de Bicarbonato.

En conclusión, las muestras tomadas en el Cajón de los Caballos tienden a ser aguas del tipo "Clorurada sódica/potásica".





Gráfica 11.22 Gráfico de Pipper para el Punto ZM8: Cajón de los Caballos (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

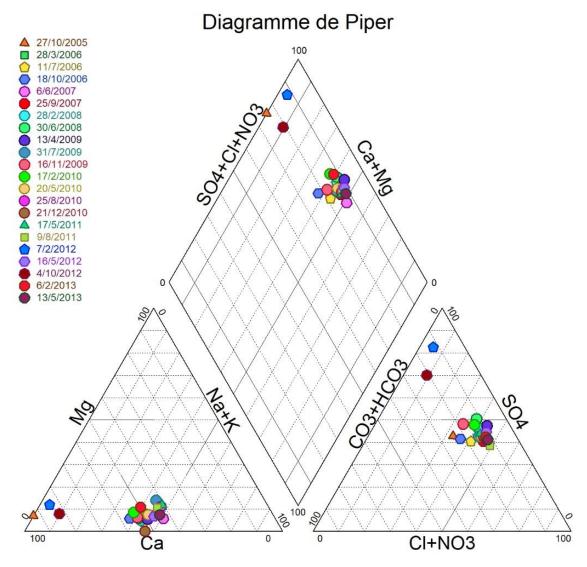
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2014 a 2019 las muestras analizadas presentan como cationes principales al Sodio y al Potasio a excepción de la muestra 06/11/2017 y 14/05/2018 que poseen predominancia de Calcio. Por otro lado, las muestras presentan una mayor concentración de cloruros, excepto la muestra 06/11/2017 y 14/05/2018 que muestra mayor concentración de Bicarbonato.

En conclusión, estas facies hidroquímicas presentadas en el Cajón de los Caballos tienden a ser aguas del tipo "Clorurada sódica/potásica".





Gráfica 11.23 Gráfico de Pipper para el Punto ZM9: Pasarela



Fuente: GT Ingeneniería SA, 2024

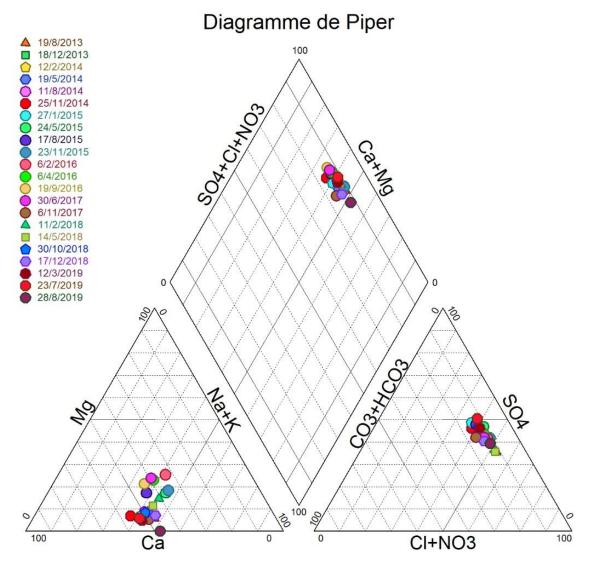
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que para las muestras obtenidas en el período 2005 a 2013, el catión principal serían el Calcio y el Sodio/Potasio. Por otro lado, el anión Sulfato y el Cloro muestra las mayores concentraciones.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Sulfatada calcica" y "Clorurada calcica".





Gráfica 11.24 Gráfico de Pipper para el Punto ZM9: Pasarela (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

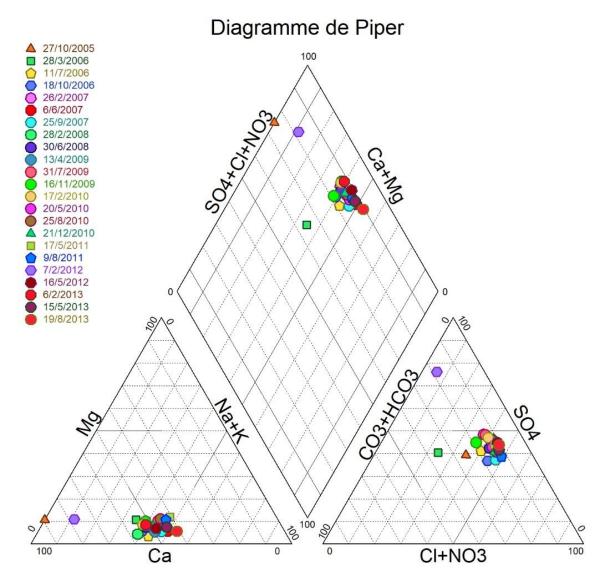
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2019, las muestras analizadas presentan al Calcio como el catión principal. Por otro lado, el Sulfato sería el anión principal de este punto de monitoreo.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Sulfatada cálcica" para todas las muestras analizadas.





Gráfica 11.25 Gráfico de Pipper para el Punto ZM10: El Zampal



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

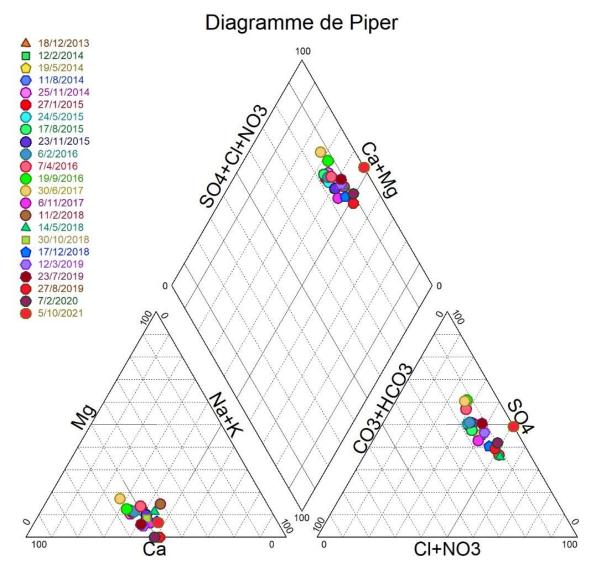
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras de analizadas presentan una mayor concentración de Calcio y Sodio/Potasio. Por otro lado, el Sulfato y el Calcio se comportarían como los aniones principales.

En general, la facie hidroquímica del agua de este punto es del tipo "Sulfatada cálcica" y "Clorurada cálcica".





Gráfica 11.26 Gráfico de Pipper para el Punto ZM10: El Zampal (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

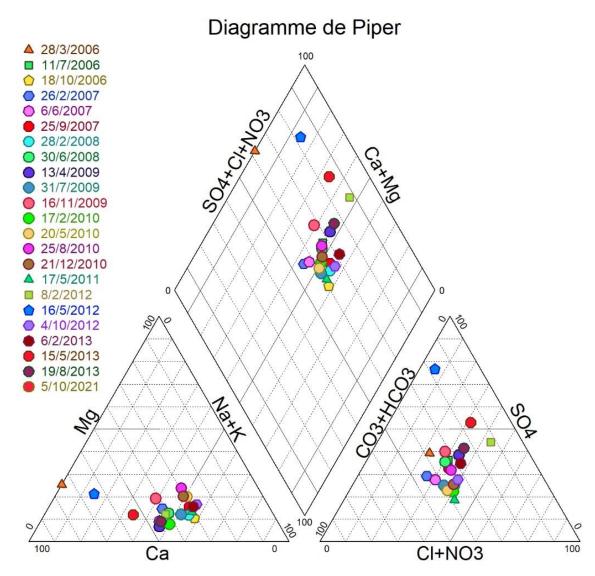
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2021, los valores obtenidos presentan una mayor concentración de Calcio y Sodio/Potasio. Por otro lado, para el anión principal sería el Sulfato en conjunto con el Cloro.

La facies hidroquímicas presentadas en las muestras en este punto de monitoreo serian del tipo "Sulfatadas cálcicas" y "Cloruradas sódicas".





Gráfica 11.27 Gráfico de Pipper para el Punto ZM11: Arroyo Calmuco



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

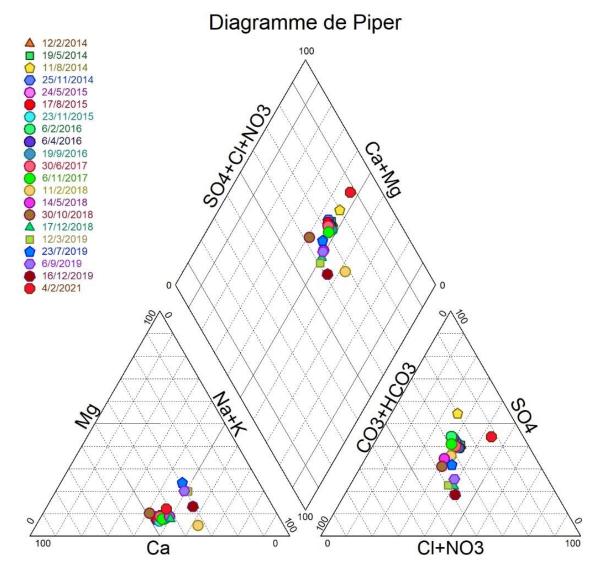
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2006 a 2021, los cationes principales serian el Sodio/Potasio y el Calcio. Las muestras 28/03/2006, 16/05/2012 y 15/05/2013 presentan una concentración más definida del Calcio. Por otro lado, las muestras de este punto no presentarían aniones mayoritarios bien definidos.

De acuerdo con el diagrama, las aguas del punto de monitoreo Arroyo Calmuco serian del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" a "cloruradas sódicas a sulfatadas sódicas", dependiendo el momento de monitoreo.





Gráfica 11.28 Gráfico de Pipper para el Punto ZM11: Arroyo Calmuco (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

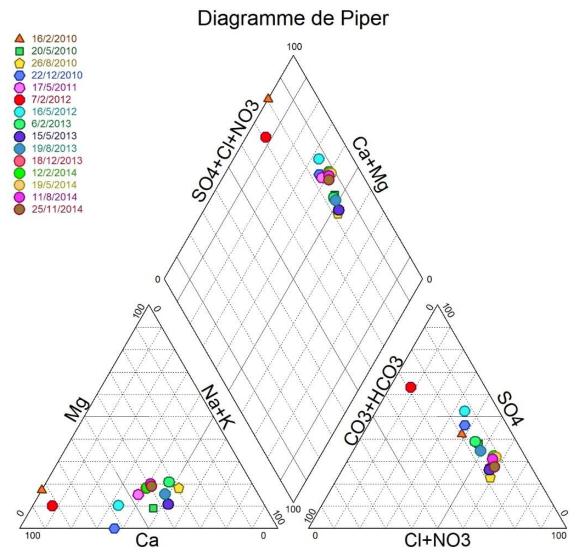
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2014 a 2021, las muestras de analizadas presentan al Calcio y al Sodio generalmente como los cationes principales. Por otro lado, no se observa un anión principal bien definido o dominante para todas las muestras analizadas, aunque el Cloro y el Sulfato presentarían las mayores concentraciones.

En general, las muestras obtenidas en este punto de monitoreo se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" a "Cloruradas sódicas a sulfatadas sódicas", dependiendo el momento de monitoreo.





Gráfica 11.29 Gráfico de Pipper para el Punto ZM12: Pte Río Barrancas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

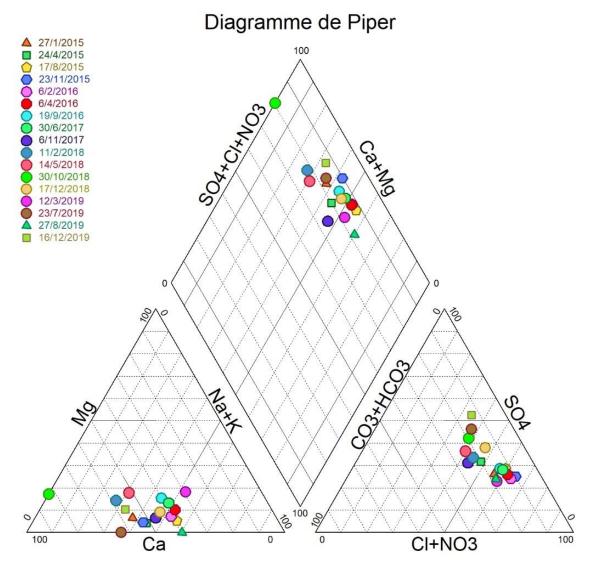
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2010 a 2014, las muestras analizadas presentan mayores concentraciones de Calcio, Sodio y Potasio. Por otro lado, para los aniones principales están representados en los cloruros y sulfatos.

Las muestras obtenidas en el punto Pte Río Barrancas se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" a "Cloruradas sódicas a sulfatadas sódicas", dependiendo el momento de monitoreo.





Gráfica 11.30 Gráfico de Pipper para el Punto ZM12: Pte Río Barrancas (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

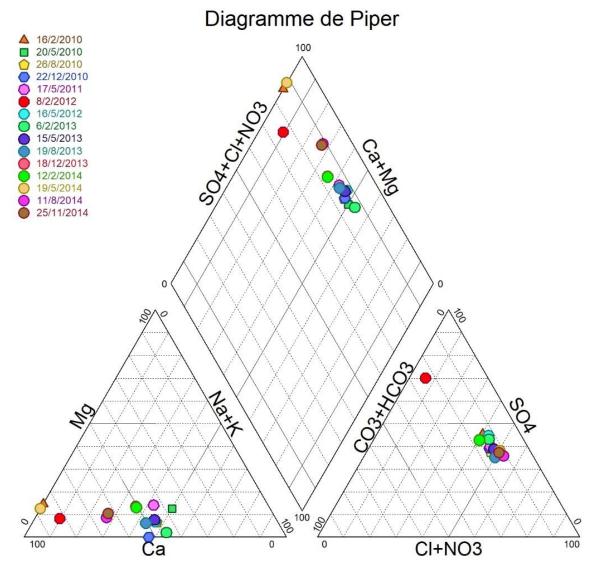
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2015 a 2019, las muestras analizadas poseen mayor concentración de Calcio, de Sodio/Potasio. Por otro lado, los aniones principales están representados en los cloruros y sulfatos.

Las muestras obtenidas en este punto se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" a "Cloruradas sódicas a sulfatadas sódicas", dependiendo el momento de monitoreo





Gráfica 11.31 Gráfico de Pipper para el Punto ZM15: Pata Mora



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

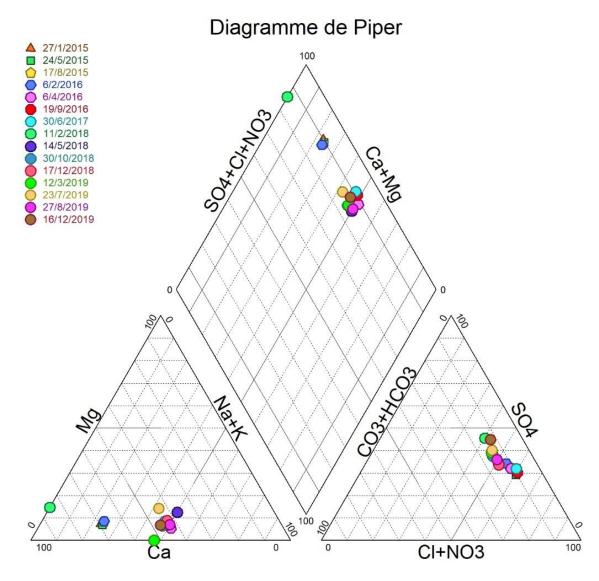
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2010 a 2014 al Calcio como el catión principal y al Sodio/Potasio. Por otro lado, los cloruros y los sulfatos presentan distribución similar a excepción de las muestras 08/02/2012 que el Sulfato es el catión mayoritario bien definido.

Las muestras obtenidas en este punto se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" a "Cloruradas sódicas a sulfatadas sódicas", dependiendo el momento de monitoreo.





Gráfica 11.32 Gráfico de Pipper para el Punto ZM15: Pata Mora (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2015 a 2019, las muestras analizadas presentan el catión Calcio como mayoritario junto al Sodio/Potasio y a los aniones cloruros y sulfatos como los mayoritarios.

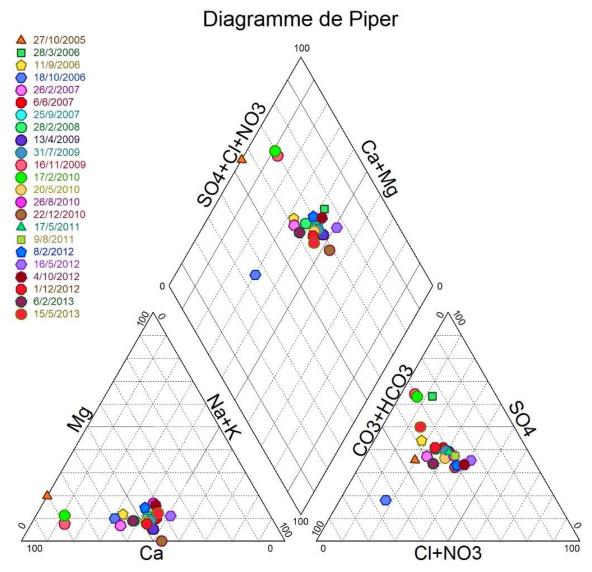
Las muestras obtenidas en este punto se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" y "Cloruradas y sulfatadas sódicas/potásicas".



Noviembre 2024



Gráfica 11.33 Gráfico de Pipper para el Punto ZM16: Arroyo Mechanquil



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

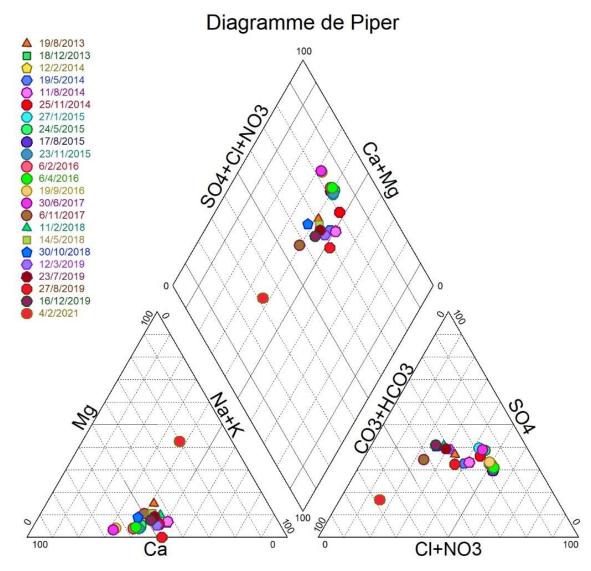
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan una mayor concentración de Calcio y sodio/Potasio. Por otro lado, las muestras obtenidas en este punto no presentan aniones dominantes a excepción de la muestra 18/10/2006 que en su concentración posee más Bicarbonato.

Las muestras obtenidas en el punto Arroyo Mechanquil se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" y "Cloruradas y sulfatadas sódicas/potásicas".





Gráfica 11.34 Gráfico de Pipper para el Punto ZM16: Arroyo Mechanquil (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

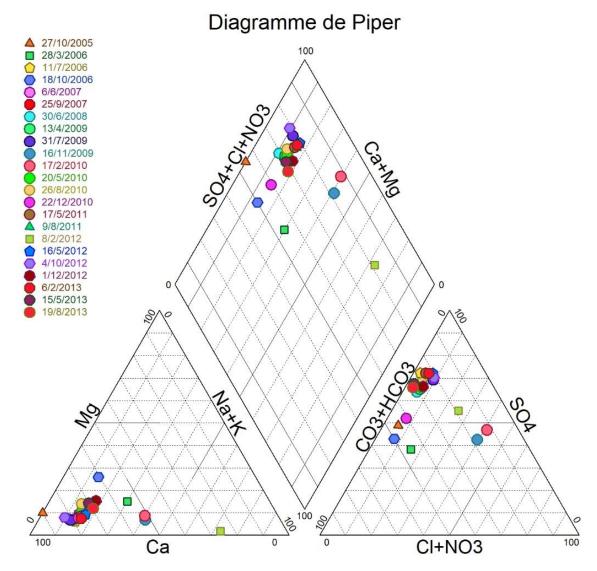
En este caso, la representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica en el período 2013 a 2021, las muestras analizadas presentan al Calcio, Sodio/Potasio como cationes principales. Por otro lado, las muestras obtenidas en este punto no presentan aniones dominantes a excepción de la muestra 04/02/2021 que en su concentración posee más Bicarbonato.

Las muestras obtenidas en el punto Arroyo Mechanquil se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" y "Cloruradas y sulfatadas sódicas/potásicas".





Gráfica 11.35 Gráfico de Pipper para el Punto ZM17: Arroyo El Manzano



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

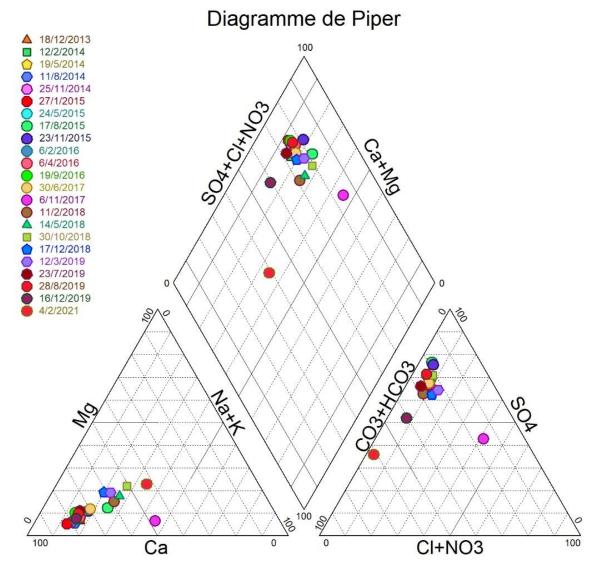
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan mayor concentración de Calcio, a excepción de la muestra 08/02/2012 que muestra mayor concentración de Sodio/Potasio. Por otro lado, el Sulfato generalmente se presenta como el anión mayoritario.

El agua de este punto de monitoreo se correspponderia con una facie hidroquiica del tipo "Sulfatada cálcica".





Gráfica 11.36 Gráfico de Pipper para el Punto ZM17: Arroyo El Manzano (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

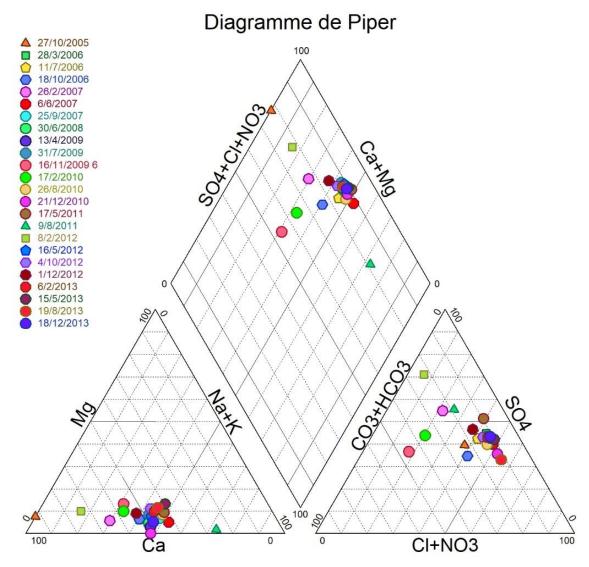
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2021, las muestras analizadas presentan al Calcio como el catión principal. Por otro lado, el anión principal está representado en el Sulfato a excepción de la muestra 4/2/21 donde el Bicarbonato es el catión con mayor concentración.

En general, el agua de las muestras tomadas en este punto se corresponden con la facie hidroquimica del tipo Sulfatada cálcica", a excepción de la muestra 4/2/21 que es del tipo "Bicarbonatada cálcica"





Gráfica 11.37 Gráfico de Pipper para el Punto ZM18: Río Grande Bardas Blancas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

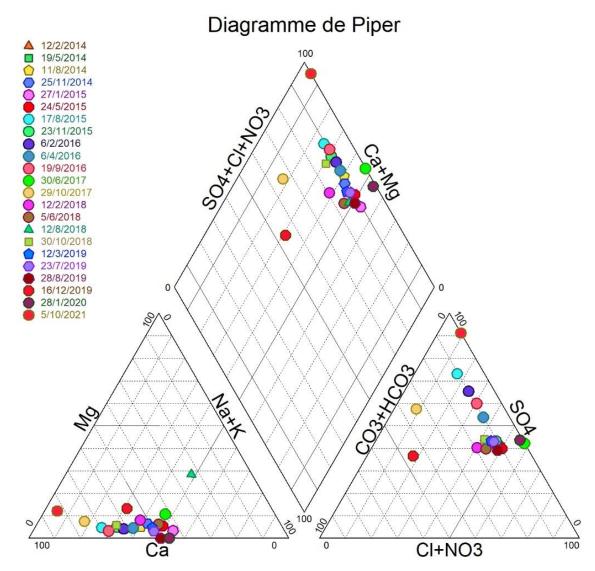
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan al Calcio como catión principal junto al Sodio/Potasio. Por otro lado, los aniones mayoritarios están representados en los sulfatos y cloruros.

En general, el agua de las muestras tomada en este punto se corresponde con la facie hidroquímica del tipo "Cloruradas y sulfatadas cálcicas" y "Cloruradas y sulfatadas sódicas/potásicas"".





Gráfica 11.38 Gráfico de Pipper para el Punto ZM18: Río Grande Bardas Blancas (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

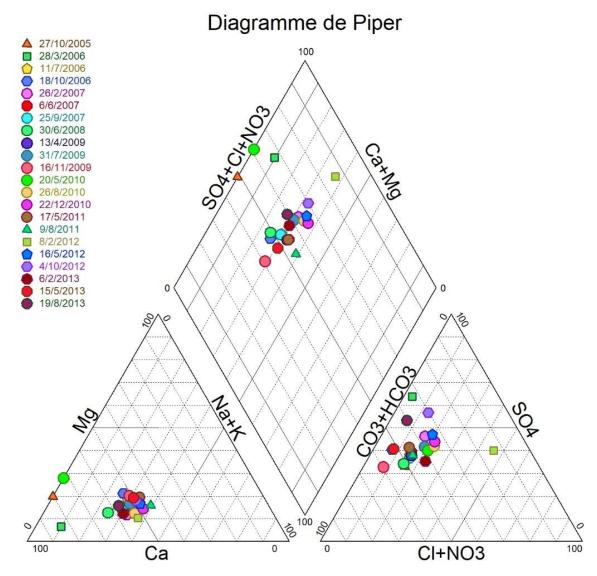
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2014 a 2021, las muestras analizadas presentan una mayor concentración de catión Calcio, aunque el Sodio/Potasio también son relevantes. Por otro lado, para las muestras poseen mayor concentración de los aniones sulfatos.

En general, el agua de las muestras tomada en este punto se corresponde principalmente con la facie hidroquímica del tipo "Sulfatada cálcica".



Soluciones integrales

Gráfica 11.39 Gráfico de Pipper para el Punto ZM19: Arroyo Chequen-có



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Noviembre 2024

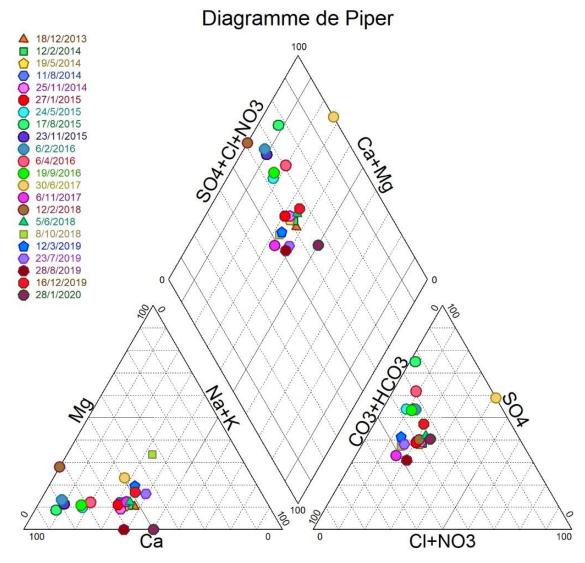
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, en general las muestras analizadas presentan al catión Calcio como mayoritario, como así también al Sodio/Potasio en menor grado. Por otro lado, los aniones principales se encuentran representados en los sulfatos y bicarbonatos.

Las muestras obtenidas en este punto se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "sulfatadas cálcicas" y "Bicarbonatadas cálcicas", dependiendo el momento de monitoreo





Gráfica 11.40 Gráfico de Pipper para el Punto ZM19: Arroyo Chequen-có (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2020, las muestras analizadas presentan una mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, los aniones principales se encuentran representados en los sulfatos y bicarbonatos.

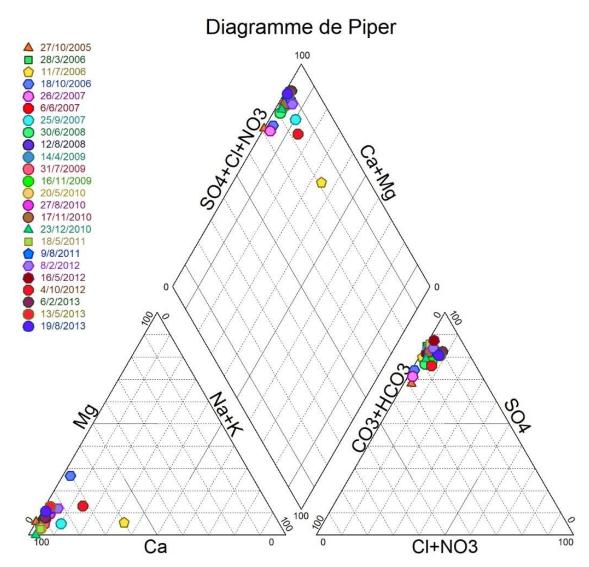
Las muestras obtenidas en este punto se corresponderían con una facie hidroquímica del tipo "Sulfatadas cálcicas" y con menor representación de "Bicarbonatadas cálcicas", dependiendo el momento de monitoreo.



Noviembre 2024



Gráfica 11.41 Gráfico de Pipper para el Punto ZM26: Arroyo Pincheiras



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

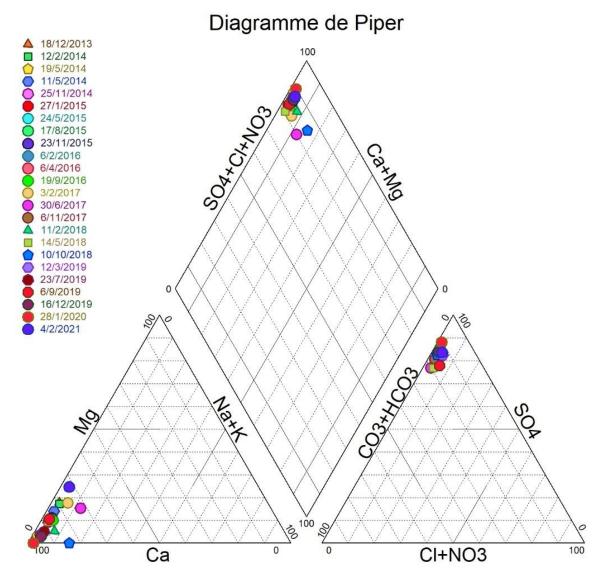
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, el Sulfato es el anión mayoritario en todas las muestras.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en el Arroyo Pincheiras presentan aguas tipo "Sulfatadas cálcicas" bien definidas.





Gráfica 11.42 Gráfico de Pipper para el Punto ZM26: Arroyo Pincheiras (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

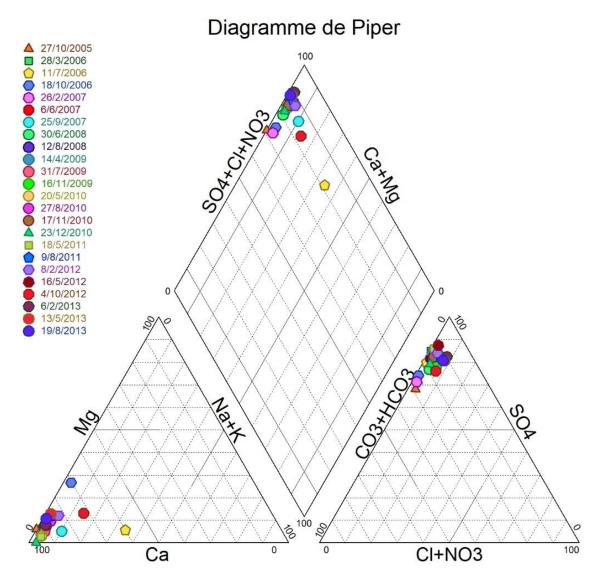
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2021 las muestras analizadas presentan mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, el Sulfato es el anión mayoritario en todas las muestras.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en este punto presentan aguas tipo "Sulfatadas cálcicas" bien definidas.





Gráfica 11.43 Gráfico de Pipper para el Punto ZM27: Arroyo Torrecillas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

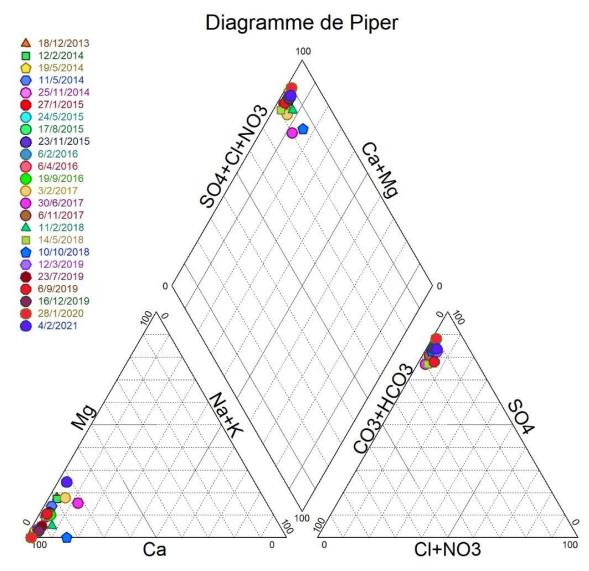
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, el Sulfato es el anión mayoritario en todas las muestras.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en el Arroyo Torrecillas presentan aguas tipo "Sulfatadas cálcicas" bien definidas.





Gráfica 11.44 Gráfico de Pipper para el Punto ZM27: Arroyo Torrecillas (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

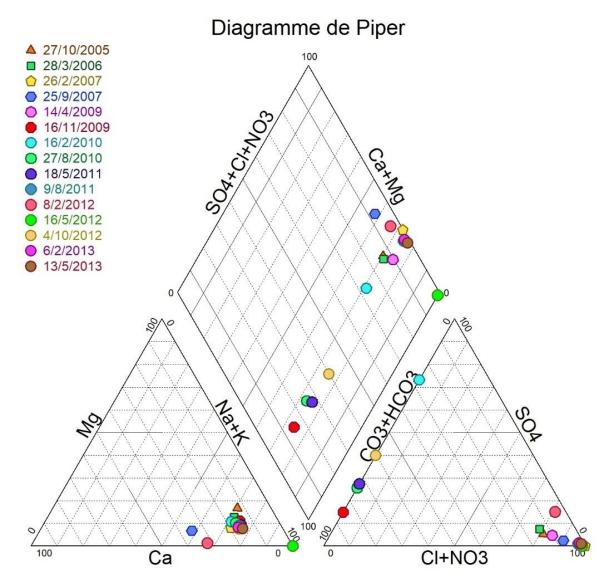
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2021, las muestras analizadas presentan mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, el Sulfato es el anión mayoritario en todas las muestras.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en este punto presentan aguas tipo "Sulfatadas cálcicas".





Gráfica 11.45 Gráfico de Pipper para el Punto ZM32: Cerro Mollar Oeste



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

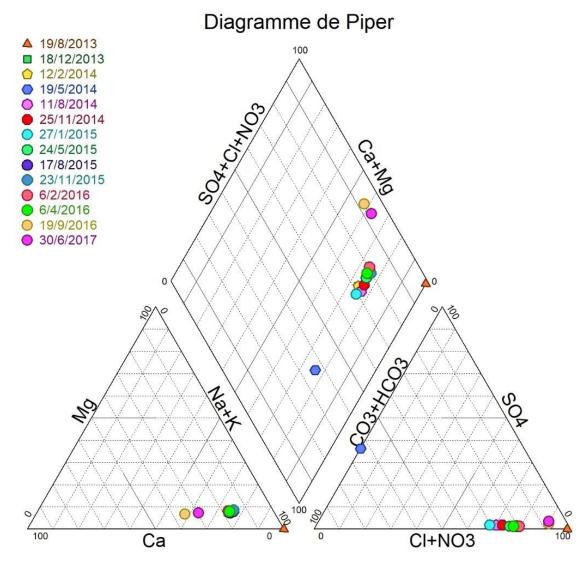
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2005 a 2013, las muestras analizadas presentan mayor concentración en el catión Sodio/Potasio. Por otro lado, algunas muestras poseen mayor cantidad de cloruros, otros poseen mayor cantidad de Bicarbonato y la muestra 16/02/2010 es más sulfatada.

Las muestras del punto Cerro Mollar Oeste presentan diferentes facies hidroquímicas a lo largo del periodo muestreado.





Gráfica 11.46 Gráfico de Pipper para el Punto ZM32: Cerro Mollar Oeste (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

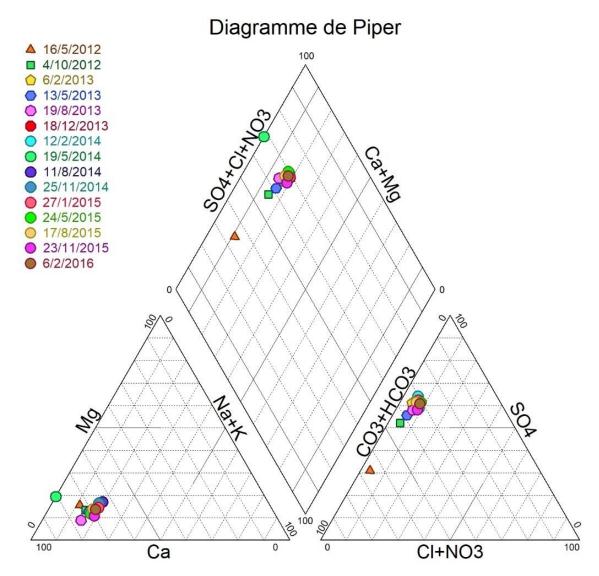
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2017, las muestras analizadas presentan al Sodio/Potasio como los cationes mayoritarios. Por otro lado, las muestras presentan las mayores concentraciones en el anión Cloruros a excepción de la muestra 19/05/2014 que es más bicarbonatada.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en este punt de monitoreo en el período de 2013 a 2017, generalmente presenta características de la facie hidroquímica del tipo "Clorurada sódica".





Gráfica 11.47 Gráfico de Pipper para el Punto ZM33: Arroyo El Durazno



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

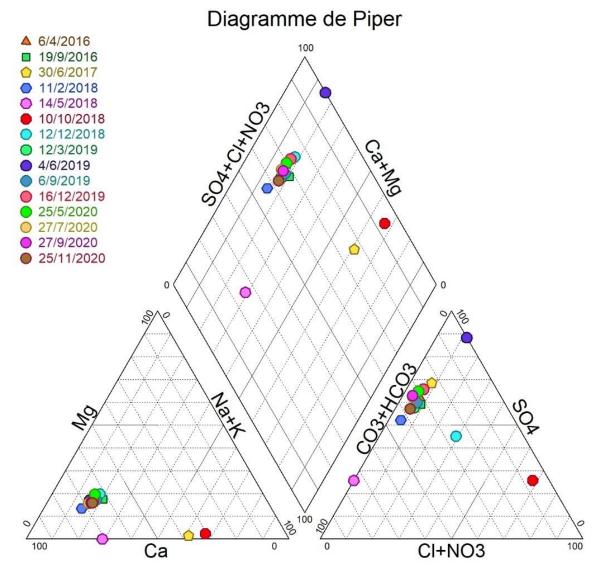
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2012 a 2016, las muestras analizadas presentan mayor concentración del catión Calcio. Por otro lado, el Sulfato es el anión mayoritario en todas las muestras, exceptuando la muestra 16/5/2012 que presenta al anión Bicarbonato como mayoritario.

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en este punto presentan aguas tipo "Sulfatadas cálcicas" a excepción de la muestra 16/05/2012 que es del tipo "Bicarbonatada cálcica".





Gráfica 11.48 Gráfico de Pipper para el Punto ZM33: Arroyo El Durazno (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

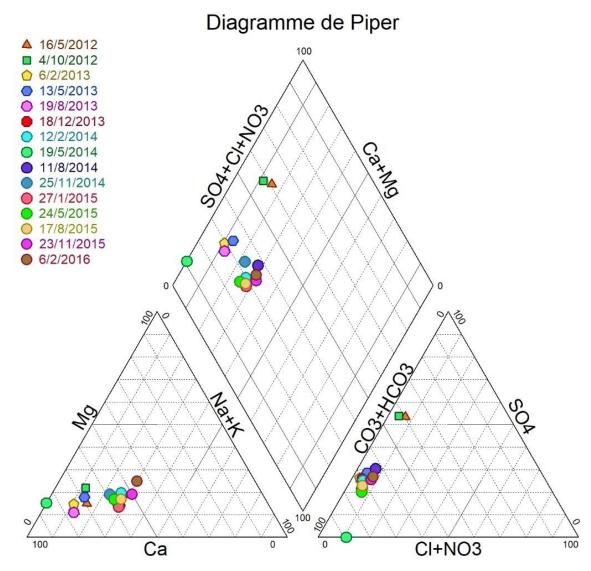
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2016 a 2020, las muestras analizadas presentan al Calcio como catión principal a excepción de la muestra 30/06/2017 y 10/10/2018 donde el catión principal es el Sodio/Potasio. Por otro lado, para los aniones principales en general se ven representados por los Sulfatos a excepción de la muestra 14/05/2018 donde el anión Bicarbonato es mayoritario y la muestra 10/10/2018 el Cloruro.

En general, la facie hidroquímica para este sitio es la del tipo "Sulfatada cálcica", aunque la muestra 27/9/2020 es del tipo "Bicarbonatada cálcica" y la 14/5/2018 y la10/10/2018 del tipo "Clorurada sódica".





Gráfica 11.49 Gráfico de Pipper para el Punto ZM34: Arroyo Mallin Largo



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

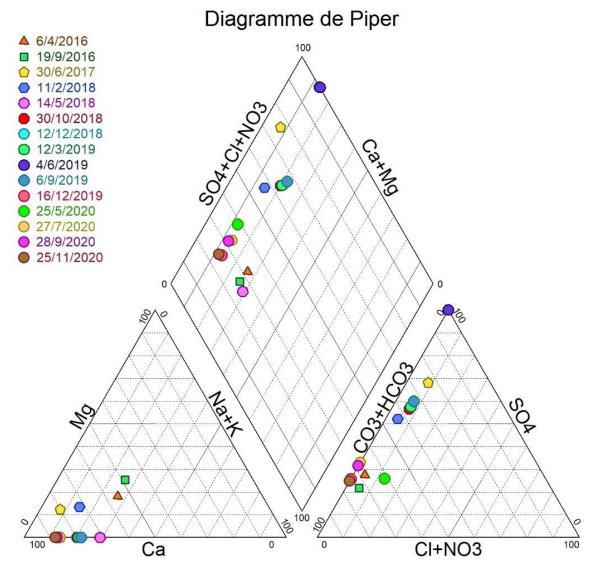
La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2012 a 2016, las muestras analizadas presentan al catión Calcio como mayoritario. Por otro lado, las muestras presentan mayor representación del anión Bicarbonatos

Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en la muestra Arroyo Mallin Largo en el período de 2012 a 2016 presentan aguas de tipo "Bicarbonatadas cálcicas"





Gráfica 11.50 Gráfico de Pipper para el Punto ZM34: Arroyo Mallin Largo (segundo período)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2016 a 2020, las muestras analizadas presentan al catión Calcio como el mayoritario, mientras que los aniones se encuentran representados por el Sulfato y el Bicarbonato.

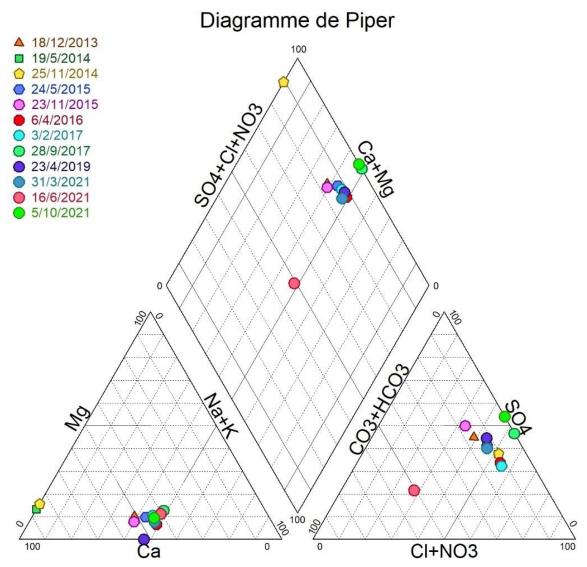
Se concluye que estas facies hidroquímicas presentadas en la muestra Arroyo Mallin Largo en el período de 2016 a 2020 presentan aguas del tipo "Sulfatadas cálcicas" y del tipo "Bicarbonatadas cálcicas".



Noviembre 2024



Gráfica 11.51 Gráfico de Pipper para el Punto ZM38: Solariego (Toma pluspetrol)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La representación gráfica de las muestras de agua superficiales en el diagrama de Piper indica que en el período 2013 a 2021, las muestras analizadas presentan facie hidroquímica mayor concentración del catión Calcio y del Sodio/Potasio. Por otro lado, para los aniones de las muestras presentan mayor concentración del Sulfato y de Cloro.

Se puede concluir, que estas facies hidroquímicas presentadas en Solariego presentan una facie hidroquímica principalmente del tipo "Sulfatada cálcica" y "Sulfatada sódica".

11.4. Hidrogeología de la provincia de Mendoza

En función del Mapa hidrogeológico de la provincia de Mendoza realizado por Zambrano y Torres (1996), en el área del Proyecto se hallan las siguientes unidades hidrogeológicas aflorantes:

Unidad B: Basamento resistivo. Está formado por rocas compactas y, por ende, con resistividades elevadas en los sondeos geoeléctricos. Este basamento resistivo está integrado por rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas, piroclásticas y sedimentarias de variadas edades más antiguas que el Oligoceno o Mioceno, salvo muy locales excepciones.

MARIO CUELLO

Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Las rocas sedimentarias, así como muchas piroclásticas que se incluyen en el basamento han sido compactadas o cementadas, de manera que han perdido total o casi totalmente la porosidad primaria de los intervalos originariamente permeables.

Esta unidad, por lo tanto, es no acuífera, salvo en las zonas donde sus rocas están fisuradas o, en el caso de calizas, en aquellos lugares donde se han formado espacios porales por disolución. Generalmente estos espacios con permeabilidad secundaria se extienden pocos metros bajo la superficie; en ellos puede acumularse agua, casi siempre mineralizada, en pequeñas cantidades. Se forman así acuíferos pobres que tienen limitadas aplicaciones.

Sin embargo, en vulcanitas permotriásicas del sur de la provincia se ha acumulado agua en cantidades y con calidades suficientemente buenas como para aprovecharse en puestos y pequeñas explotaciones agrícolas o ganaderas. Pero estas acumulaciones ocurren en pocas localidades aisladas, que no invalidan el carácter no acuífero del basamento resistivo.

Unidad VT: La integran basaltos y andesitas terciarios y cuaternarios, con algunas intercalaciones piroclásticas y sedimentarias, que ocupan grandes extensiones en el sureste del territorio provincial.

El comportamiento de esta unidad con respecto al agua subterránea es muy variable. Esto se debe a que, si bien las rocas que la constituyen suelen ser compactas, frecuentemente están fisuradas y pueden tener espacios porales vesiculares que aumentan su porosidad y permeabilidad, sobre todo si estas oquedades están comunicadas por fisuras. Además, las intercalaciones piroclásticas y sedimentarias que no han sido cementadas pueden conservar porosidad intergranular eficaz.

De acuerdo con lo expresado, la unidad VT, si bien generalmente es resistiva, puede localmente presentar marcadas variaciones en este parámetro geofísico.

Por las características nombradas, el comportamiento hidrogeológico de esta unidad es muy irregular: desde no acuífero hasta contener agua de variado grado de mineralización y en cantidades que puede permitir, cuando son de buena calidad, su explotación local.

Además, en las zonas donde las fisuras lleguen a la base de esta unidad, si por debajo de los mantos volcánicos existen rocas sedimentarias permeables, estas rocas pueden ser un importante factor de recarga de los acuíferos contenidos en estas sedimentitas.

Unidad KN: Sedimentitas neocretácicas del Grupo Neuquén. Comprende rocas sedimentarias clásticas de variada granometría y permeabilidad, aflorantes en el sur y este de la provincia. Contiene areniscas permeables mantiformes y filiformes portadoras de agua generalmente poco mineralizada: en la provincia del Neuquén estos terrenos contienen importantes acuíferos en explotación.

Estas areniscas alternan con limolitas, lutitas y arcillitas impermeables, de modo que, en el subsuelo, presentan condiciones de confinamiento o semiconfinamiento. En la cuenca de agua subterránea del río Colorado, el Grupo Neuquén probablemente constituye la unidad acuífera más importante.

Unidad TS. Sedimentitas miocenas y pliocenas. Afloran en varias provincias geológicas del territorio mendocino: Cordillera Frontal y Principal, Precordillera, Bloque de San Rafael, Cerrillada Pedemontana y cuenca Neuquina. También existen asomos de estas sedimentitas en la zona cubierta por rocas volcánicas (Unidad VT) generalmente subyaciendo a estas últimas.

La unidad TS consiste principalmente en areniscas y limoarcillitas con variado contenido de material piroclástico. Se trata de una sucesión granocreciente, que, en las zonas cordilleranas, precordillerana, así como en el Bloque de San Rafael y Cerrillada Pedemontana presenta intercalaciones conglomerádicas hacia su techo. La edad de estos depósitos es terciaria superior: miocena o, en parte, pliocena. En el sur de la provincia algunos depósitos terciarios más antiguos pueden presentar características hidrogeológicas y geoeléctricas similares.

En general estos terrenos tienen baja permeabilidad, salvo en algunas intercalaciones arenosas que, en el subsuelo, contienen agua mineralizada. Por lo tanto, la unidad TS se caracteriza por sus resistividades bajas: constituye así la base conductiva de los sedimentos pliocenos o cuaternarios portadores de capas permeables acuíferas.

En la llanura oriental, en cambio, la parte superior de esta unidad, que se encuentra en el subsuelo, está constituida predominantemente por areniscas con acuíferos explotables.

MAZIO CUELLO GT Ingeniario S.A.

Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Estos depósitos terciarios, en su parte superior, también contienen capas conglomerádicas que afloran, como se dijo anteriormente, en las zonas pedemontanas. Cuando está en el subsuelo, como ocurre en la subcuenca de Carrizal-Tunuyán, esta sección conglomerádica (Formación Mogotes) es acuífera en aquellas zonas donde la cementación y el material detrítico intersticial no han destruido la porosidad eficaz de estos terrenos.

Unidad QS: Sedimentos cuaternarios portadores de acuíferos. Comprende capas filiformes o mantiformes, a veces amalgamadas, de gravas, gravillas y arenas permeables o muy permeables, con intercalaciones limoarcillosas. Localmente, tiene material piroclástico en variada proporción. Estos sedimentos se han acumulado en zonas pedemontanas(predominio de gravas), llanuras aluviales (predominio de arenas y gravillas), cubiertas medanosas (arenas y limos loéssicos) o canales fluviales(gravas y arenas limpias).

La unidad QS contiene la gran mayoría de los acuíferos explotables de los valles intermontanos y de la llanura oriental. En las zonas pedemontanas proximales y medias, así como en los abanicos aluviales, los acuíferos son libres. En cambio, en las zonas distales y llanura oriental en general los acuíferos son confinados o semiconfinados.

Únicamente cuando estos sedimentos se encuentran en posición topográfica elevada no son acuíferos, pero, debido a su elevada permeabilidad, en estos casos sirven de vías de conducción de agua.

Una porción del área de MDMO pertenece a la Cuenca del río Colorado. Los principales acuíferos de esta cuenca se encuentran en intervalos arenosos permeables del Grupo Neuquén, de edad cretácica superior (Unidad KN) que aflora a ambas márgenes del río Colorado. Únicamente en el subálveo de este río se encuentran depósitos cuaternarios acuíferos. Los restantes sedimentos de esta edad se encuentran en posición topográfica elevada.

La extensión mínima de la porción mendocina de esta cuenca puede estimarse en 1.750 km2. Pero, al norte y al este, donde los estratos del Grupo Neuquén están cubiertos por los basaltos de la parte suroriental de la provincia, su límite no está definido; si bien se conoce aproximadamente la zona de acuñamiento de estas sedimentitas en el subsuelo, se desconocen los límites del área donde contienen acuíferos. Por lo tanto, la extensión indicada más arriba es un valor mínimo.

La existencia de acuíferos explotables en el Grupo Neuquén dentro de la provincia de este nombre se conoce desde mucho tiempo atrás (Sosic, 1978) mientras que los existentes en la parte mendocina se han descubierto por perforaciones exploratorias de hidrocarburos.

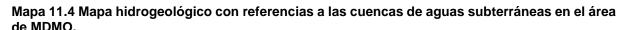
La recarga de estos acuíferos proviene, muy probablemente, del río Colorado, por infiltración a través de los depósitos permeables de su subálveo. Además, es de esperar que un significativo volumen del agua que contienen provenga por infiltración a través de fisuras y otras oquedades de las rocas basálticas cenozoicas que cubren a dichos depósitos cretácicos en las partes norte y este de la cuenca.

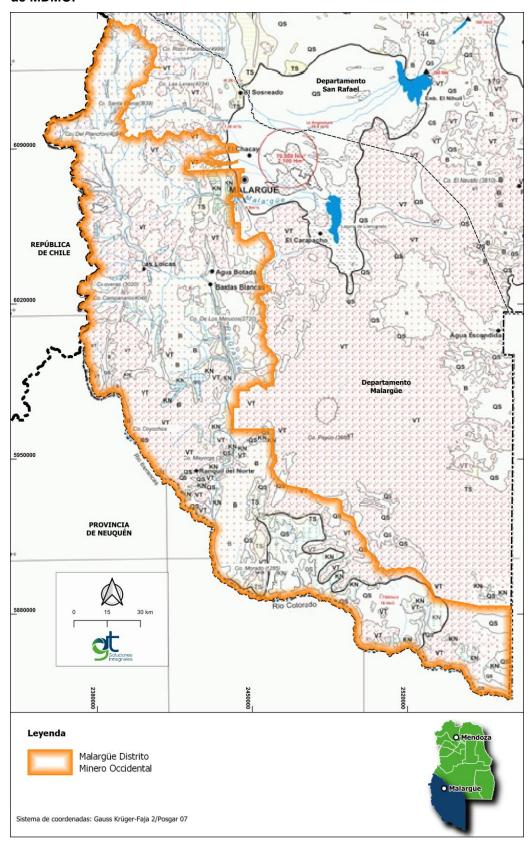
Se puede efectuar una estimación mínima del volumen de agua almacenado en las capas permeables del Grupo Neuquén. Para ello se tomará un espesor mínimo de depósitos acuíferos, 100 metros; por perforaciones exploratorias de hidrocarburos se sabe que el espesor del Grupo Neuquén en este sector de la cuenca es mucho mayor, pero se desconoce el de los intervalos acuíferos. Es poco probable que el espesor de éstos sea menor que el aguí estimado.

Por tratarse de acuíferos en su mayor parte confinados, el coeficiente de almacenamiento puede variar entre 0,001 y 0,01, siendo poco probable que alcance valores mayores que el último y menores que el primero.

Sobre esta base, se tendría un volumen de 1750 hm³ almacenado en la cuenca, de los cuales entre un 5 y un 10% constituirían las reservas económicamente explotables.

Soluciones





Fuente: GT Ingeniería SA, 2024 en base a Zambrano y Torres (1996)

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com



Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



11.4.1. Caracterización de las cuencas hidrogeológicas según Dirección General de Irrigación (DGI)

La Dirección General de Irrigación clasifica los acuíferos de la provincia de Mendoza en seis categorías según la capacidad de almacenamiento, el rendimiento o caudal especifico que tienen las perforaciones que explotan sus aguas y la calidad el agua que contiene, fundamental parámetro para identificar el posible uso del recurso. Las categorías de los sistemas acuíferos son: áreas de recarga y tránsito, áreas de tránsito y descarga, áreas de tránsito y surgencia, medios fracturados, medios sedimentarios en áreas de recarga y tránsito, y medios sedimentarios en áreas de tránsito y descarga.

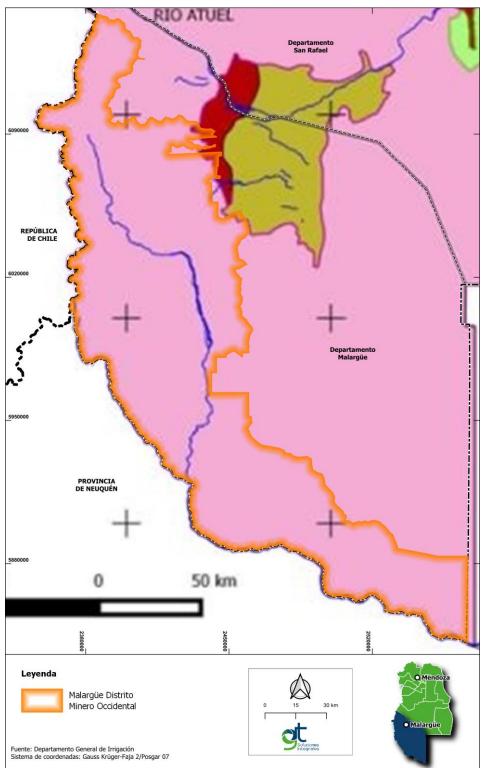
De acuerdo con esta clasificación el área del Proyecto se clasifica como Medio Fracturado, el cual corresponde a un acuífero con una potencial de almacenamiento pobre (Zonas de granulometrías finas, arenas con intercalaciones predominantes limo-arcillosas), un rendimiento bajo (Caudal de menos de 100 m³/h) y una calidad aceptable (Conductividad eléctrica entre 1.500 µS/cm y 2.500 µS/cm).







Mapa 11.5 Ubicación espacial de los sistemas acuíferos en la provincia de Mendoza



Fuente: GT Ingeniería en base al DGI, 2024.

11.5. Uso del agua actual

El uso de agua en la provincia de Mendoza está ligado a la administración y gestión del recurso. Su buen uso es fundamental, ya que representa la mayor fuente de desarrollo provincial.







El conocimiento relacionado al uso de agua, actual y futuro, forma parte de la información para la toma de decisiones en cuanto a su asignación y distribución geográfica. Por ejemplo, entre los usos se menciona, agua potable (para consumo humano), agua para riego, uso recreativo, industrial y energético.

Tabla 11.11 Principales usos hídricos concesionados con equivalencias superficial de la provincia de Mendoza

Cuencas	Agríco la (ha)	Poblaci onal (ha)	Recreativ o (ha)	Arbolado público (ha)	Industria/ Petróleo (ha)	Totales (ha)	Porcentaj e (%)
Cuenca de Mendoza	87.951	8.113	5.428	2.937	908	105.337	24,89
Cuenca Tunuyán Sup.	53.667	313	234	490	10	54.714	12,93
Cuenca Tunuyán inf.	80.340	-	495	817	11	81.663	19,30
Cuenca Diamante	69.073	652	1.879	634	2.010	74.248	17,55
Cuenca Atuel	101.97 3	169	373	113	32	102.660	24,26
Cuenca Malargüe	3.005	129	75	308	996	4.513	1,07
Totales (ha)	396.00 9	9.376	8.484	5.299	3.967	423.135	100
Porcentaje (%)	93,59	2,22	2,00	1,25	0,94	100	

Fuente: Departamento General de Irrigación. Recopilado por Mario Salomón, (2015).

En el ámbito del área de MDMO, según el Departamento General de Irrigación, se presenta los derechos superficiales y los pozos de captación de agua subterránea. De los cuales solo existe un Derecho Superficial, permiso precario, cuyo titular el Potasio Río Colorado S.A..

Por otro lado, en la siguiente Tabla se presentan los pozos de agua subterránea y sus distintos usos y propietarios. Para el área de MDMO hay un total de 18 pozos.

Tabla 11.12 Ubicación de los pozos de agua subterránea y el tipo de uso

Nº	Coordenadas		Uso	Detalle	Titular		
	Х	Υ					
1	2444973	5893872	1	Agrícola	Compañías S.A.	Mineras	Integradas



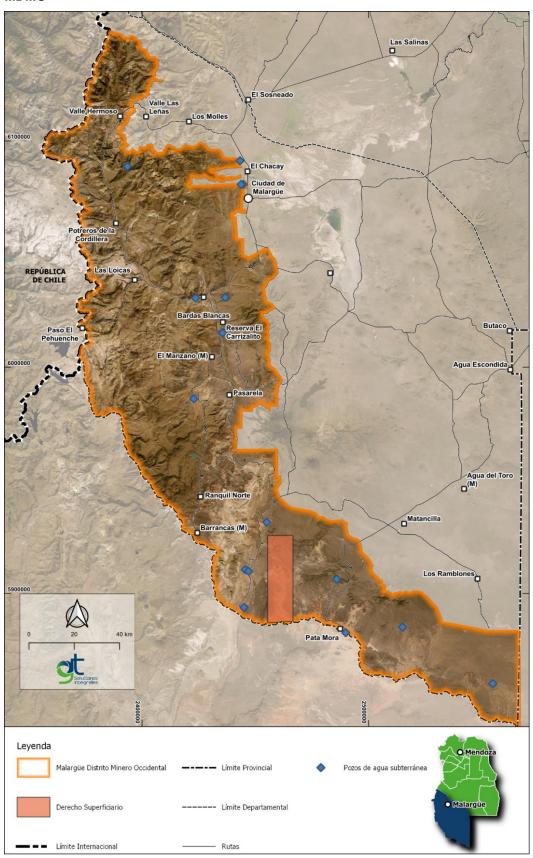
Nº	Coordenadas		Uso Detalle		Titular	
	Х	Υ				
2	2444973	5893872	12	Ganadero	Compañías Mineras Integradas S.A.	
	2444070	3033072	12	Gariadero		
3	2443252	6091266	1	Agrícola	Da Silva Viana, Ayrton Axel	
4	2444647	6080822	1	Agrícola	Municipalidad De Malargüe	
5	2445510	5910542	2	Industrial	Petrolera Argentina San Jorge S.A.	
6	2436712	6030829	2	Industrial	Provincia De Mendoza	
7	2447027	5909808	9	Minería y Petróleo	Petrolera Argentina San Jorge S.A.	
8	2435522	6015254	2	Industrial	Y.P.F. S.A.	
9	2435547	6015170	2	Industrial	Y.P.F. S.A.	
				Abastecimiento		
10	2489957	5882665	4	Población	Aysam S.A.	
11	2422868	5986073	4	Abastecimiento Población	Aveam S A	
' '	2422000	5900073	4	Poblacion	Aysam S.A.	
12	2423639	6030561	9	Minería y Petróleo	Y.P.F. S.A.	
13	2485955	5906333	9	Minería y Petróleo	Potasio Rio Colorado S.A.	
14	2393557	6088726	11	Común o Domestico	Villarroya Gracia, Santiago	
15	2554858	5860169	12	Ganadero	Sagal, Alberto Roque	
16	2515045	5885161	12	Ganadero	Caceres, Antonio Jose	
17	2455077	5931481	9	Minería y Petróleo	Potasio Rio Colorado S.A.	
18	2443744	6080793	1	Agrícola	Municipalidad De Malargüe	

Fuente: GT Ingeniería en base a la información disponible en la IDE, del Departamento General de Irrigación. 2024.





Mapa 11.6 Ubicación de los pozos de agua subterráneo y derecho superficiarios dentro del



Fuente: GT Ingeniería SA, en base los datos de la IDE. Departamento General de Irrigación. 2024

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com



Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



12. Caracterización y principales unidades de Suelo

El suelo es el conjunto de materiales sólidos, líquidos y gaseosos que, integrados en una unidad, conforman la parte superficial de la litosfera continental y que sirve de sustento nutritivo a gran parte de la biosfera. Presenta ya sea, horizontes o capas, que se diferencian del material de origen como resultado de adiciones, pérdidas, migraciones, y transformaciones de energía y materia; o por la habilidad de soportar raíces de plantas en un ambiente natural (FAO, 2009).

Para caracterizar el suelo del área de estudio se realiza una primera descripción general en base a la clasificación generada por la Municipalidad de Mendoza, posteriormente se realiza una clasificación taxonómica de los suelos con información recopilada del INTA y CONICET.

Por último, se describen los procesos pedogenéticos y de formación de suelos en el área de estudio y se clasifica al suelo del área de estudio según su capacidad de uso y su índice de productividad.

12.1. Descripción general del suelo

El área de estudio se encuentra en una región árida, donde las condiciones climáticas y geológicas dan lugar a la existencia de suelo poco desarrollados en profundidad y salinos. En superficie, los materiales constituyentes son principalmente arenosos, con bajo grado de cohesión y por lo tanto susceptibles de ser erosionados. La vegetación que se desarrolla sobre los mismos es principalmente arbustiva.

Las características de cada tipo de suelo dependen fundamentalmente de las condiciones climáticas predominantes. En los climas secos y fríos los suelos son generalmente muy delgados y están poco desarrollados, debido a que la descomposición química progresa muy despacio y la escasez de vida vegetal produce muy poca materia orgánica.

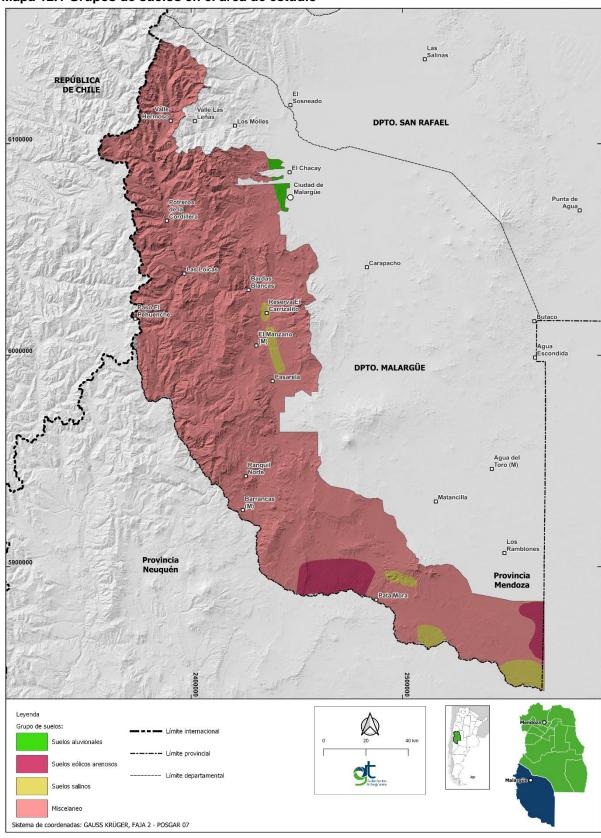
Según la clasificación de suelos, realizada en el año 2021 por la Municipalidad de Mendoza, los suelos presentes en el área de estudio se clasifican como suelos misceláneos, suelos salinos, suelos eólicos arenosos y suelos aluvionales, ordenados según abundancia relativa (Secretaría de Desarrollo Urbano de Mendoza, 2021).



Noviembre 2024



Mapa 12.1 Grupos de suelos en el área de estudio



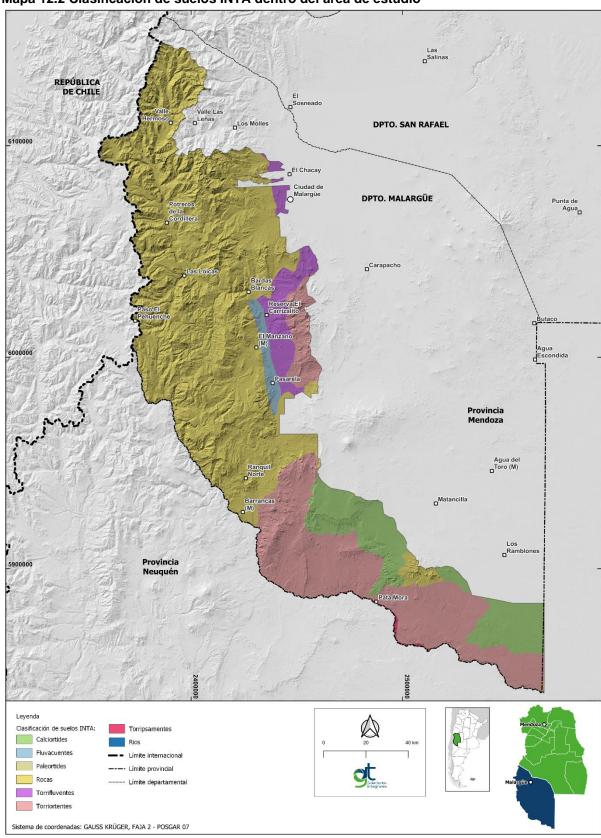
portal Elaboración propia en base а de datos abiertos de la ciudad de Mendoza, https://datos.ciudaddemendoza.gob.ar/dataset/clasificacion-de-suelos, 2024







Mapa 12.2 Clasificación de suelos INTA dentro del área de estudio



Fuente: GT Ingeniería SA, en base a la clasificación de suelos del INTA, 2024



Noviembre 2024



12.2. Taxonomía de suelos

De acuerdo al Catálogo De Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, elaborado por el CONICET Los suelos en la región poseen escasos a nulos horizontes pedogenéticos, con escasa materia orgánica y con presencia variable de carbonatos en el subsuelo, según la clasificación de la Soil Taxonomy, correspondiente a los órdenes Entisoles y Aridisoles (Regairaz, 2000).

Los entisoles son suelos de escaso desarrollo, representados por Torripsamentes y Ustipsamentes (suelos predominantemente arenosos), Torrifluventes y Ustifluventes (desarrollados sobre sedimentos recientes depositados por ríos), Torriortentes y Ustortentes (otros Entisoles). Dentro de los Entisoles con drenaje pobre o régimen de humedad "ácuico" (Soil Survey Staff,1975) se han encontrado Fluvacuentes (la influencia fluvial se evidencia en un decrecimiento irregular de la materia orgánica con la profundidad), Psamacuentes (con sedimentos arenosos predominantes) y Haplacuentes (Regairaz, 2000).

Los Aridisoles, se corresponden con suelos de clima áridos, donde la evapotranspiración potencial excede ampliamente las precipitaciones, en la mayoría de los años. Se encuentra representados por Calciortides (con horizonte "cálcico" o de acumulación de carbonato de calcio y a veces con algo de carbonato de magnesio), Paleortides (con horizonte "petrocálcico" o capa fuertemente cementada constituida predominantemente por carbonato de calcio), Gipsiortides (con horizonte "gípsico" o de yeso), Salortides (suelos con horizonte subsuperficial "sálico" o con muy elevado contenido salino: 2% o mayor de sales más solubles que el yeso), Cambortides (con horizonte " cámbico " o de alteración) y Haplargides (otros Aridisoles) (Regairaz, 2000).

De manera complementaria se presenta la categorización de suelos obtenida del GeoINTA, donde en el área de estudio se reconocen 8 tipos de suelos distintos que se describen a continuación en la siguiente tabla. A su vez, se presenta el mapa con los tipos de suelo mencionados.

Tabla 12.1 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA

Símbolo	TIPO_UC	Limitancia principal	Limitancia principal	Orden	Grupo	Subgrupo	Textura
Eltc-26	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torrifluventes típico	Franca	Franca
Eltc-20	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torrifluventes típico	Franca	Franca
ENtc-51	Asociación	Climática	Pedregosidad	Entisoles	Torriortentes típico	Arenoso gruesa	Arenoso gruesa
EBtc-1	Complejo	Climática	Erosión hídrica actual	Entisoles	Fluvacuentes típico	Franco limosa	Franco limosa
DFtc-18	Asociación	Climática	Erosión hídrica actual	Aridisoles	Calciortides típico	Arenosa	Areno-franca
ENIi-8	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torriortentes lítico	Areno franca	Arenosa
ENIi-6	Complejo	Climática	Pendientes	Afloramiento rocoso	Rocas	No Clasificado	No determinada
R	Roca			Afloramiento rocoso	Rocas	No Clasificado	No determinada

Fuente: Elaborado por GT Ingeniería en base a la información disponible en GeoINTA, 2024

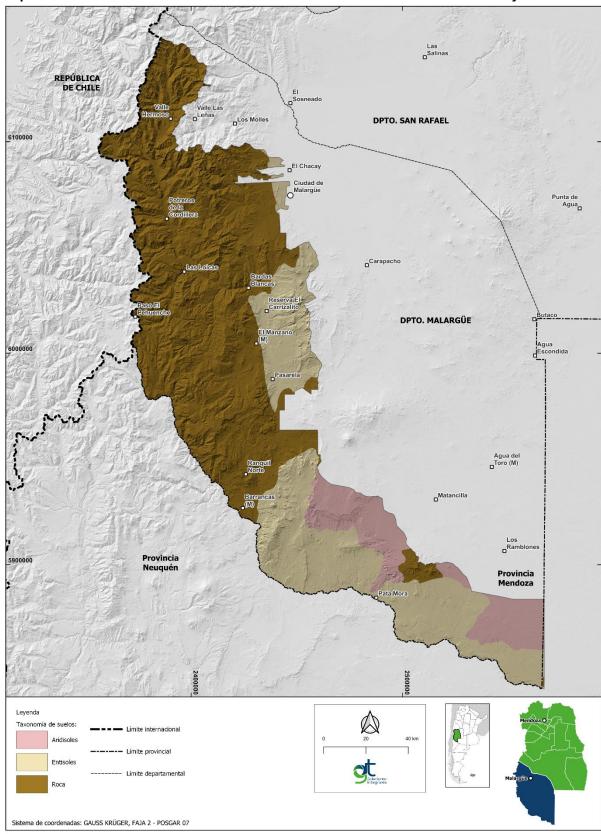
A continuación, se muestra el mapa con los tipos de suelo mencionados.



Noviembre 2024



Mapa 12.3 Ordenes de suelos en el área de estudio - Clasificación Soil Taxonomy



Fuente: GT Ingeniería en base a la clasificación de suelos Soil Taxonomy, 2024





Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



12.3. Factores de formación de suelos

Mendoza, en su mayor parte, se encuentra afectada por un clima árido meso y mega termal. Estas condiciones son responsables de que los suelos posean un complejo de intercambio plenamente saturado, pH neutro a francamente alcalino, sales solubles, yeso y carbonatos cercanos a la superficie, así como abundancia de minerales meteorizables (Ferrer et. Al., 1993).

Si bien el medio ácido favorece la perdurabilidad de las propiedades heredadas de los materiales originarios, es posible encontrar suelos con cierta evolución pedogenética debido a una o más de las siguientes causas:

- Herencia paleoclimática de períodos más húmedos (ciclo glacial-interglacial).
- Percolación profunda en años excepcionalmente lluviosos, típicos de zonas áridas.
- Condiciones químicas tales como pH alcalinos que favorecen la remoción de sílice o bien la dispersión y posterior translocación de arcillas cristalinas.

En el tercio occidental mendocino, donde son acusados los cambios altitudinales, se hallan franjas climáticas discontinuas progresivamente más húmedas y frías: semi árido mesotermal, subhúmedo y húmedo microtermales que tienen decisiva importancia en los procesos de melanización, calcificación, leve acidificación y aun en la paludización.

A la sucesión de climas atmosféricos, le correspondería, de este a oeste a los climas edáficos: arídico, ústico, y con ciertas reservas údico. En cuanto al régimen de temperatura de los suelos la sucesión en el mismo sentido sería: térmico, mésico, asumiendo en plena región cordillerana los regímenes críico y pergélico.

13. Flora

Para la caracterización de la flora del área de estudio se realizó una primera descripción general, desde una escala regional hasta una escala local, en función de la información regional de las Ecorregiones de la Argentina, las Regiones Fitogeográficas de Mendoza y las comunidades presentes en la provincia. Esta caracterización, fue complementada con trabajos de Prina et al. (2003), Alfonso et al. (2008) y Martínez y Barrera Pastore (2022) realizados en Malargüe, con el fin de determinar las especies presentes en el departamento de Malargüe.

13.1. Descripción a escala regional - Ecorregiones presentes en el área de estudio

Una ecorregión es un territorio geográficamente definido en el que dominan condiciones ambientales (geomorfología, suelo, clima, etc.) relativamente uniformes o recurrentes, donde se asientan determinadas comunidades naturales o seminaturales, que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, y donde ocurre una interacción "ecológica" entre lo biótico y lo abiótico que es determinante para la subsistencia de estos ecosistemas en el largo plazo (Burkart y otros 1999; WWF 2017).

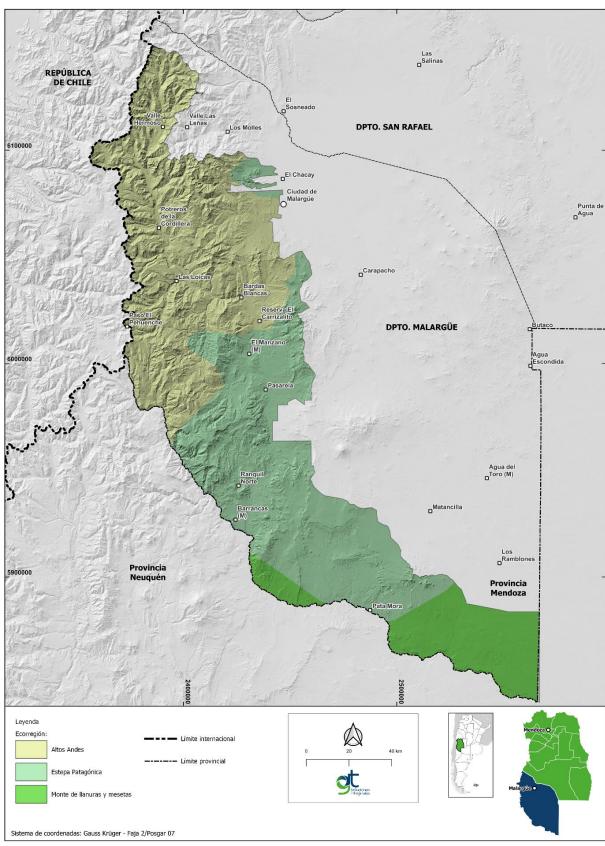
En Argentina se han identificado 18 ecorregiones, de las cuales, en base al repositorio de la Provincia de Mendoza de información geográfica (Sistema de Información Ambiental Territorial), 3 (tres) ecorregiones se distribuyen dentro del área de MDMO: Altos Andes, Patagónica y Monte.

A continuación, se describen las ecorregiones presentes en el área. Cabe señalar que las ecorregiones están definidas a escala regional, por lo que su descripción y caracterización son a nivel global y no local. Esto implica que, aunque se mencionen especies características de cada ecorregión, algunas de ellas pueden no encontrarse específicamente en Mendoza, o podrían no haber sido identificadas en la provincia hasta la fecha, aunque sí estén presentes en otras provincias de la misma ecorregión.

Noviembre 2024



Mapa 13.1 Mapa de Ecorregiones presentes en el área de estudio



Fuente: Elaborado por GT Ingeniería en base a la capa del SIAT (secretaria de Ordenamiento Territorial)





Noviembre 2024



13.1.1. Flora de la Ecorregión de los Altos Andes

La Ecorregión Altos Andes ocupa los sectores de alta montaña al Oeste de la Argentina, desde el límite con Bolivia hasta el Norte de Neuquén, pasando por Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza. Integra las altas cumbres de los cordones montañosos andinos por encima de los 4.000 m de altitud (Matteucci, 2012), en el área de estudio, parte de la superficie adjudicada a esta ecorregión no supera los 4.000 m de altitud, pero presenta vegetación que se adjudica a la ecorregión Altos Andes.

La vegetación es una combinación de especies con características asociadas al xerofitismo extremo, a las bajas temperaturas y al viento. Las gramíneas forman matas aisladas, bajas y compactas, circulares o semilunares. Las dicotiledóneas se caracterizan por un gran desarrollo subterráneo, hojas pequeñas, presencia de resinas, estomas protegidos y tricomas. Son frecuentes los arbustos rastreros y las plantas en cojín o en placas adosadas al suelo (Oyarzabal et al. 2018).

Esta ecorregión cuenta con una única unidad de vegetación denominada "Estepa baja de Senecio algens y Oxalis compacta". En esta unidad, la vegetación zonal predominante consiste en una estepa de caméfitas y hemicriptófitas herbáceas, con una composición muy heterogénea que depende de la latitud, la altura, la exposición, el nivel de humedad y el suelo. Suelen ser constantes Senecio algens en manchones densos y Oxalis compacta, que forma cojines, con Jaborosa laciniata, Nastanthus ventosus, Calandrinia spp. Existe también una estepa graminosa muy abierta, de hasta 40 cm de altura, representada por una asociación de Festuca orthophylla, Festuca chrysophylla, Poa gymnantha, Stipa speciosa o Pappostipa vaginata, con varias especies acompañantes cespitosas como Pappostipa frigida, Nassella mucronata, Deyeuxia cabrerae, etc. Otros tipos de vegetación zonal también presentes son la estepa arbustiva y el semidesierto de líquenes, y, como azonal, la vega de Poáceas, Juncáceas y Ciperáceas (Oyarzabal et al. 2018).

En cuanto a vegas en el ítem "Humedales "se describe y amplia la información sobre las mismas, así como su importancia.

13.1.2. Ecorregión Estepa patagónica

La Estepa Patagónica es una Ecorregión casi exclusiva de la Argentina, que abarca el Sudoeste de Mendoza, Oeste del Neuquén y Río Negro, gran parte del Chubut y Santa Cruz y el Norte de Tierra del Fuego, las islas Malvinas y las islas del Atlántico Sur. En el área de estudio ocupa el sector Central

La vegetación típica es la estepa, con numerosas variantes que dependen de la abundancia relativa de gramíneas y arbustos. La cobertura varía desde casi nula en áreas con precipitación anual menor a 200 mm y con mayor deterioro antrópico, hasta más de 80% en áreas con 450 mm o más. Son frecuentes las especies con adaptaciones a la sequía y a la herbivoría, como arbustos áfilos o con hojas pequeñas (*Ephedra ochreata*), espinosos, gramíneas cespitosas (*Pappostipa* spp.) y arbustos semiesféricos laxos (*Mulinum spinosum*) o en cojines compactos (*Brachyclados caespitosum*).

Esta ecorregión, está conformada por 10 unidades de vegetación. Dentro del área de estudio, la "Estepa arbustiva con *Ephedra ocreata o Chuquiraga rosulata* es la única que se encuentra dentro del área de Proyecto. La vegetación típica es una mezcla de estepa graminosa con baja cobertura de *Sporobolus rigens, Panicum urvilleanum o Pappostipa speciosa* y matorral de *Ephedra ocreata, Mulinum spinosum, Stillingia patagonica, Anarthrophyllum rigidum, Neosparton aphyllum y Grindelia chiloensis.* En esta unidad existen también matorrales dominados por *Chuquiraga rosulata, Prosopis denudans, Schinus polygamus* (Oyarzábal *et al.*, 2018).

13.1.3. Ecorregión del Monte

La Ecorregión del Monte se extiende al Este de la Cordillera de los Andes, desde la provincia de Mendoza, a lo largo del Neuquén y La Pampa, hasta la costa del océano Atlántico en la provincia de Río Negro y Nordeste del Chubut (Matteucci, 2012).

La vegetación posee características xerofitas: plantas con hojas pequeñas, reducidas a espinas o ausentes, tallos fotosintetizantes, cobertura foliar y caulinar cerosa o resinosa, cutículas engrosadas, ciclo anual breve y órganos aéreos y subterráneos suculentos.

Esta ecorregión está conformada por 4 unidades de vegetación de las cuales una se encuentra dentro de área de estudio, la "Unidad de Zigofiláceas de baja cobertura" (Oyarzábal *et al.* 2018).

MARIO CUELLO GT Ingenierio S.A.

Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Está unidad está mayoritariamente ubicada en la mitad sur de la provincia. La comunidad zonal es la estepa arbustiva de *Larrea divericata, L. vuneifolia, Parkinsonia aculeata, L. ameghionoi y L. nítida,* se presenta con varios estratos, poca cobertura y escasez de Cactaceas. El estrato inferior (menor a 0.5 m) es de gramíneas, hierbas y arbustos bajos; presenta 10 a 20% de cobertura, que puede aumentar mucho por el crecimiento de efímeras. Los estratos bajo y medio (0.5 a 1.5 m) son los de mayor cobertura, raramente superan el 40%. El estrato superior (hasta 2 m) es muy disperso. Las especies más frecuentes en las comunidades, además de las pertenecientes al género *Larrea*, corresponden a los géneros *Lycium*, *Chuquiraga*, *Prosopis*, *Ephedra*, *Gutierrezia*, *Verbena* y *Bacchari*. (Oyarzábal *et al.*2018).

13.2. Descripción a escala Provincial - Encuadre fitogeográfico de la provincia de Mendoza

Con el fin de localizar la información regional existente, se tuvo en cuenta el trabajo realizado por Arana et al. (2011), en el cual se definen las Regiones Fitogeográficas únicamente para la provincia de Mendoza.

En base al citado artículo, la provincia de Mendoza se encuentra ubicada en el centro oeste de la Argentina, con una variabilidad geomorfológica que determina una alta diversidad de ambientes, con gran complejidad biogeográfica debido a la diversidad de orígenes de su biota. Desde el punto de vista morfológico presenta dos grandes ambientes: el macizo andino al oeste y una extensa llanura al este. En el macizo andino se puede reconocer, la Precordillera, que alcanza su límite austral prácticamente a la altura del río Mendoza, la Cordillera Frontal y la Cordillera Principal, además de los valles altoandinos y bolsones. Al pie de los Andes se extiende el Piedemonte, extensa bajada con 10-15% de pendiente hacia el este y con erosión hídrica laminar en los interfluvios y lineal en los fluvios.

Asociadas al macizo andino se encuentran las unidades Altoandina, Puna y Cardonal, en la llanura el Monte y las ingresiones del Chaco árido y del Espinal, y en ambiente volcánico la Payunia El área de MDMO, específicamente se emplaza sobre las unidades Altoandina y Payunia.

La región Altoandina se extiende por las altas cumbres aproximadamente entre los 3.900-4.200 m, por el norte, y los 2.900 – 3.300 m en el sur, por encima se encuentra el desierto frío sin vegetación. Dominan los pastizales de *Poa holciformis* con leñosas pulvinadas como *Adesmia subterránea* y *A. hemispaherica*, y en afloramientos rocosos matorrales de *Adesmia horrida* o *Adesmia pinifolia*. En la vertiente oriental los matorrales de *Mulinum spinosum y Nassauvia axillaris* en suelos rocosos o los de *Colliguaja integérrima* en ambientes más húmedos.

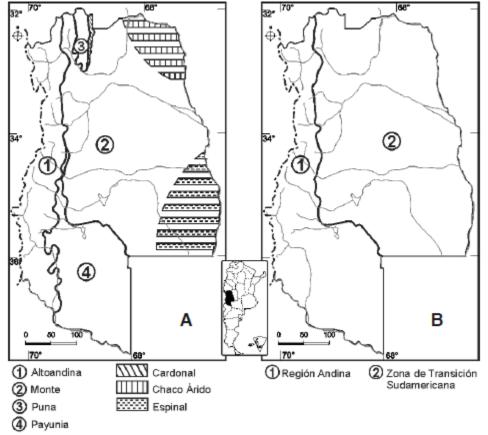
Por otro lado, La Payunia se extiende por el sur de Mendoza, sobre suelos basálticos cubiertos por arenas eólicas, entre 1.400-2.700 m. Los pastizales son de *Pappostipa speciosa var.manclequensis*, *P. malalhuensis*, *Poa lanuginosa*, *Sporobolus mendocinus*, etc. En los matorrales dominan *Neosparton aphyllum*, *Schinus roigii*, *S. O'donellii*, *Anarthrophyllum rigidum*, *Grindelia chiloensis* acompañadas por *Prosopis castellanosii*, *Prosopidastrum globosum*, *Argylia robusta*, entre otras.

A continuación, se presenta el mapa de "Regiones Fitogeográficas de Mendoza" obtenido a partir de Arana *et al.* (2011)





Figura 13.1 Regiones Fitogeográficas de Mendoza



Fuente: Arana et al 2011

13.3. Descripción a escala local - Comunidades de vegetación presentes en la provincia de Mendoza

La provincia de Mendoza posee un Mapa de vegetación de Mendoza, realizado por el IADIZA en el año 1996, en el cual se mapean y describen las diferentes comunidades de vegetación presentes en la provincia.

En base a la citada fuente de información, se determinó que el tipo de vegetación presente en el área de estudio MDMO corresponde a Vegetación de Montaña, Vegetación de las travesías y Vegetación de la Región Volcánica de la Payunia.

Dentro de la primera categoría se encuentran en el área los siguientes subgrupos de vegetación:

- Comunidades de pulvinadas (*Junellia uniflora, Oxalis compacta, Azorella lycopodioides, etc.* y de pastos, *Poa holciformis, Festuca, div. ssp*, etc.
- Comunidades de nanofanerófitos, Adesmia pinifolia, Adesmia schneideri, Adesmia obovata, etc., pastizales de Poa holciformis, de Stipa. div. ssp. Etc.
- Pampas altas y piedemontes con Ephedra ochreata, Neosparton aphyllum, Spegazziniophytum patagonicum Junellia spathulata, etc.
- Matorrales arbustivos húmedos del pie de los Andes con *Colliguaja integerrima*, *Mulguraea ligustrina*, etc.

El subgrupo que corresponde a la Vegetación de las Travesías es:

• Travesía de Cachahuen, estepa arbustiva de Larrea con *Grindelia chiloensis, Retanilla patagónica.*

Por último, los subgrupos de la Vegetación de la Región Volcánica de la Payunia son:



Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



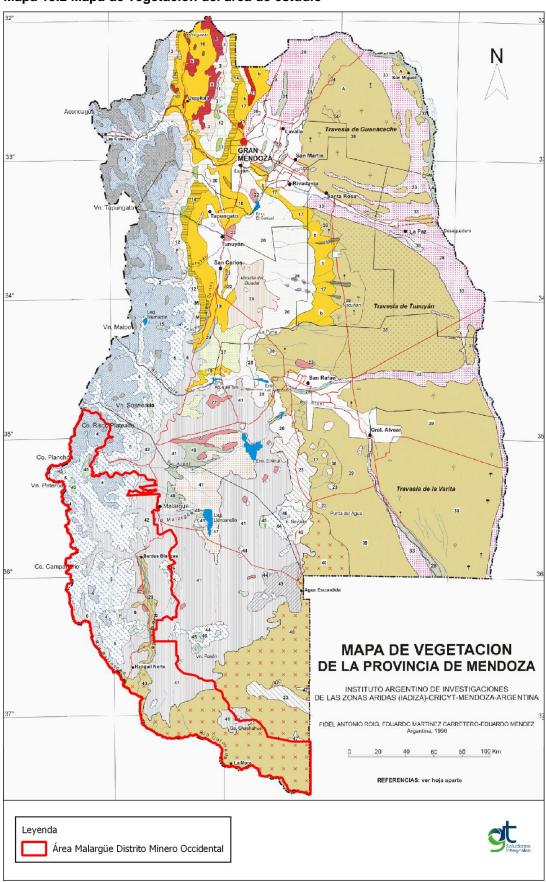
- Estepas arbustivas sobre suelos arenosos con *Neosparton aphyllum* alternando con vegetación *de médanos con Sporobolus rigens* y vegetación saxicola sobre basaltos.
- Matorrales con Schinus roigii, Grindelia chiloensis acompañadas por Neltuma castellanosii, Prosopidastrum globosum, Argylia robusta, entre otras
- Piedemontes con Azorella prolifera, Senna arnottiana, Stillingia patagonica, etc.
- Vegetación con Adesmia pinifolia, Anarthrophyllum rigidum, etc. en mesetas volcánicas altas
- Pastizales (coronales) de altura con *Poa ligularis, Pappostipa speciosa, P. malalhuensis, Poa lanuginosa, Sporobolus mendocinus etc.*
- Vegetación de cumbres con Pantacantha ameghinoi
- Cuenca endorreica de Llancanelo con estepas halófilas con Frankenia juniperoides, Limonium brasiliense, etc.

A su vez, además de las comunidades de vegetación descriptas, es importante destacar la presencia de especies exóticas, las cuales suelen ser perjudiciales para el medio ambiente, por lo que es de interés conocer su distribución. Según indica el documento "Tomo II: Análisis Territorial del Proyecto de Desarrollo Ambiental-Territorial y Económico-Productivo de la Región Cuenca Media del Río Colorado", en las áreas ribereñas del Río Colorado, se observa la expansión de tamarindo (*Tamarix sp*). También, aparecen como predominante la rosa mosqueta (*Rosa sp.*), el cardo ruso (*Salsola kali*), abrojo grande (*Xanthium spinosum*), entre otras especies de plantas exóticas.

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com



Mapa 13.2 Mapa de vegetación del área de estudio



GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com





Fuente: IADIZA, CRICYT, Mendoza

13.4. Especies presentes en Malargüe

El sur de la provincia de Mendoza es una región de gran interés florístico, ya que en ella convergen tres importantes áreas fitogeográficas. Con el fin de conocer las especies potenciales en el MDMO, se consultaron los estudios de Prina et al. (2003), Alfonso et al. (2008) y Martínez y Barrera Pastore (2022) realizados en Malargüe. A continuación, se presenta una tabla con las especies identificadas en esta zona, en base a los documentos mencionados, a raíz de los cuales se identificaron un total de 113 especies, de las cuales 102 son nativos y 28 corresponden a especies endémicas de Argentina.

Tabla 13.1 Especies identificadas en Malargüe

Facelis Gamoc Conyza Eupato Gamoc Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	iscoronopifolia retusa haeta stachydifolia larrainiana rium buniifolium	No No No No	Si Si Si
Gamoc Conyza Eupato Gamoc Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	haeta stachydifolia Iarrainiana	No No	Si
Conyza Eupato Gamoc Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Asteraceae Asteraceae Asteraceae Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	larrainiana	No	
Eupator Gamoc Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia			Si
Gamoc Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Asteraceae Asteraceae Asteraceae Lactucae Nardop Leuche Matricae Seneciae	rium buniifolium	No	
Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Asteraceae Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia			Si
Hypoch Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Asteraceae Asteraceae Nardop Leuche Matrica Senecid Senecid Senecid Senecid Senecid Senecid Senecid Senecid Senecid	haeta polybotrya	No	Si
Hypoch Hypoch Leuche Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	aeris palustris	No	Si
Asteraceae Lactucae Nardop Leuchee Matricae Seneciae	oeris glabra	No	Si
Asteraceae Leuche Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	oeris incana	No	Si
Asteraceae Lactuca Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	aeris radicata L	No	No
Nardop Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	ria millefolium	No	Si
Leuche Matrica Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	a saligna	No	No
Matrica Senecio Senecio Senecio Senecio Senecio Senecio	hyllum chiliotrichoide	No	Si
Senecia Senecia Senecia Senecia Senecia	ria lithospermifolia	No	Si
Senecia Senecia Senecia Senecia	ria recutita	No	No
Senecia Senecia Senecia Senecia	o bipontinii	No	Si
Senecia Senecia Senecia	inariaefolius	No	Si
Senecia Senecia Senecia	o microcephalus	No	Si
Senecia	o obesus	No	Si
Senecia	o peteroanus	Si	Si
	o riojanus	No	Si
Senecio	o melanopotamicus	Si	Si
	o sorianoi	Si	Si
Senecia	tehuelches	No	Si
Apium	commersonii	No	Si
Hydroc	otyle ranunculoides	No	Si
ADISCOSO -	nizaglabrata	No	Si
	volcanica	No	Si
Blechnaceae Blechna	ım microphyllum	No	Si
	actus patagonicus	No	Si
Brassicaceae Lepidiu	m bonariense	No	Si
Fchium	plantagineum L	No	Si
Boradinaceae	othrys verrucosus	No	Si
	a globosa	No	Si
Gamoc	arpha poeppigi	No	Si
Lalvceraceae	ra crassifolia	No	Si
Calceon	aria cavanilliesii	No	Si
Calceolariaceae	aria pennellii	Si	Si





Familia	Especie	Endémica	Nativa
	Silene magellanic	No	Si
Comronhyllogogo	Spergula salina	No	Si
Caryophyllaceae	Sagina procumbens	No	No
	Spergula depauperata	No	Si
Cyperaeeae	Schoenophctus californicus	No	Si
	Suaeda argentinensis	No	Si
Ciienopodiaceae	Monolepis nuttalliana	No	No
,	Chenopodium oblanceolatum	Si	Si
Crassulaceae	Seduni cymatopetalum	No	Si
Dryopteridaceae	Cystopteris fragíUs	No	Si
Ephedraceae	Ephedraffustíliata Miers	No	Si
Euphorbiaceae	Euphorbia caespítosa	No	Si
	Adesmia boronioides	No	Si
	Adesmia candida H	Si	Si
	Adesmia gracilis	No	Si
	Adesmia papposa	No	Si
	Stipa humilis.	No	No
Fabaceae	Astragalus austroargentinus	Si	Si
	Astragalus bergi	Si	Si
	Hqffmannseggia erecta	Si	Si
	Adesmia leptobotrys	Si	Si
	Lathyrus magellanicus Lam. var,gladiatus	Si	Si
	Vicia magellanica	No	Si
	Juncus procerus	No	Si
Juncaceae	Luzuh excelsa	No	Si
	Juncus bufonius L. var. bufonius	No	Si
Iridaceae	Olsynium frigidum (No	Si
	Tristagma patagonicum	Si	Si
Liilaceae	Tristagma anemophilum	Si	Si
Loasaceae	Loasa incurva	Si	Si
Malpighiacea	Gallardoa fischeri	Si	Si
Malvaceae	Malva neglecta	No	No
	Anoda cristata	No	Si
Onagraceae	Oenothera stricta Link	No	Si
	Camissonia dentata	No	Si
Orobanchaceae	Euphrasia meiantha	No	Si
Oleaceae	Menodora robusta	Si	Si
Oxalidaceae	Oxalis micrantha	No	Si
- Chandaccac	Oxalis laxa	No	Si
	Plantago barbata	No	Si
	Apera interrupta	No	No
	Bothriochloa edwarsiana	No	Si
Plantaginagos	Chaetotropis imberbi	No	Si
Plantaginaceae	Eragrostis lugens	No	Si
	Aristida trachyantha	Si	Si
	Hordeum patagonicuin	Si	Si
	Festuca rubra	No	Si
Poaceae	Festuca weberbaueri	No	Si
. 000000		1	<u> </u>

Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00 Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Familia	Especie	Endémica	Nativa
	Nasella formicarum	No	Si
	Poa boelckei	Si	Si
	Puccinellia glaucescens	No	Si
	stipa filiculmis	No	Si
	Stipa chubutensis	Si	Si
	Koeleria permollis	No	Si
	Vulpia eriolepis (Desv.)	No	Si
	Poa glauca	No	No
Polygalaceae	Polygala nevadensis	Si	Si
r Olygalaceae	Polygala payuniensis	Si	Si
Pteridaceae	Cheilanthes glauca	Si	Si
Flendaceae	Adiantum thalictroides Willd. var.thalictroides	No	Si
Rhamnaceae	Condalia megacarpa	Si	Si
Rubiaceae	Galium inconspicuum	No	Si
Scrophularuceae	Linaria canadensis	No	Si
Scrophularuceae	Calceolaria parviflora	No	No
Solanaceae	Solanum restrictum	Si	Si
Solaliaceae	Solanum incisum	Si	Si
	Glandularia macrosperma	Si	Si
	Junellia thymijolia	No	Si
	Junellia ligustrina	Si	Si
Verbenaceae	Junellia minutifolia	No	Si
	Junellia mulinides	No	Si
	Junellia spathulata	Si	Si
	Junellia spissa	Si	Si
Violaceae	Viola cotyledon	No	Si
Violaceae	Viola tectiftora	No	No

Fuente: Elaboración propia en base a Prina et al., (2003), Alfonso et al., (2008) y Martínez y Barrera Pastore (2022).

A continuación, se presentan algunas imágenes ilustrativas de especies pertenecientes a Malargüe.



Noviembre 2024



Fotografía 13.1 Senecio peteroanus

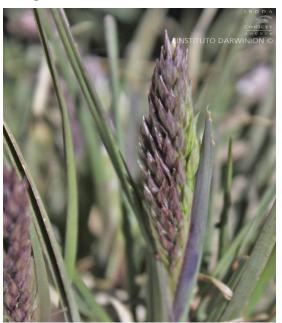




Fotografía 13.3 Adesmia candida



Fotografía 13.4 Poa boelckei



Fuente: Elaborado por GT, 2024, en base a Darwin.edu.ar

13.4.1. Especies con categoría de Conservación

En esta sección se señalan las especies de flora que se encuentran categorizadas como amenazadas o que poseen algún interés para su conservación, a nivel internacional, nacional y/o provincial.

A nivel internacional se consideran los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y las indicaciones de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies de la Flora y la Fauna Silvestres (CITES 2014). A nivel nacional, en el caso de la flora, el proyecto PlanEAr (2010), considerado, además en la Resolución 84/2010 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo





Sustentable, establece 5 categorías de amenaza de acuerdo a factores como el grado de endemismo y la abundancia de las especies.

- Categoría 1: Plantas muy abundantes en los lugares de origen y con amplia distribución geográfica en más de una de las grandes unidades fitogeográficas del país.
- Categoría 2: Plantas abundantes, presentes en sólo una de las grandes unidades fitogeográficas del país.
- Categoría 3: Plantas comunes, aunque no abundantes, en una o más de las unidades fitogeográficas del país (caso de taxones con distribución disyunta).
- Categoría 4: Plantas restringidas a una sola provincia política, o con áreas reducidas compartidas por dos o más provincias políticas contiguas.
- Categoría 5: Plantas de distribución restringida (como 4) pero con poblaciones escasas o sobre las que se presume que pueden actuar uno o más factores de amenaza (destrucción de hábitat, sobreexplotación, invasiones biológicas, etc.).

Se registraron 3 especies en las categorías de endemismo para Argentina de la lista roja preliminar de las plantas endémicas de argentina (Resolución 84/2010).

Tabla 13.2 Especies en conservación

Especies vegetales	Lista Roja Preliminar de las Plantas Endémicas de la Argentina (Resolución 84/2010)
Oxalis chachauensis	5
Poa huecu	4
Neosparton ephedroides	3

Fuente GT Ingeniería, 2024

Por otro lado, es importante mencionar que se debe considerar que todas las especies de cactáceas, las especies *Maihuenia patagónica* y *Maihueniopsis glomerata*. se encuentran protegidas de acuerdo a la Convención CITES.

14. Ecosistemas con interés de conservación

14.1. Bosques

Según la Ley Nacional N° 26.331, en su artículo 2, los bosques nativos son los ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea como el suelo, el subsuelo, la atmósfera, el clima y los recursos hídricos. Éstos conforman una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones que, en su estado natural, le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico. Este sistema brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica. Se encuentran comprendidos en la definición tanto los bosques nativos de origen primario, donde no intervino el hombre, como aquellos de origen secundario, formados luego de un desmonte, así como aquellos resultantes de una recomposición o restauración voluntarias.

Todas las definiciones de bosque tienen aspectos comunes, como la presencia de especies leñosas con porte arbóreo en coberturas representativas (más del 10%), es decir que no son individuos aislados. Esto incluye tanto bosques abiertos como cerrados. Todas las definiciones tienen en cuenta los aspectos funcionales y la consideración de ecosistema, esto incluye el flujo de energía y ciclo de materiales. Otro aspecto común es su relación con la sociedad en términos de la generación de bienes y servicios ecosistémicos por lo que la escala de los efectos de la conservación y manejo de los bosques es más amplia que la local. A su vez, hay que tener en cuenta que los bosques no son estáticos, sino que cambian con el tiempo, por lo que hay bosques que pueden o no estar en un estado maduro, pero siguen siendo ecosistemas boscosos (Dirección de Recursos Naturales Renovables, 2016).

MARIO CUELLO GT Ingenierio S.A.

^{*}Ninguna especie posee algún estado de conservación internacional

Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



Los bosques más extensos de la provincia de Mendoza, se encuentran en la comunidad Vegetación de las travesías, especialmente en llanuras al este de la Cordillera, y están dominados por el algarrobo dulce (*Neltuma flexuosa*). A su vez existen algunos relictos de maitén, molle, luma y chacay en sitios aislados, asociado a algunas quebradas de la Cordillera.

Por su parte, es importante destacar que en base a el documento "Actualización del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos" de la provincia de Mendoza, en el área de estudio se encuentran bosques denominados en galería de la especie *O. trinervis* visibles en terrazas aluvionales.

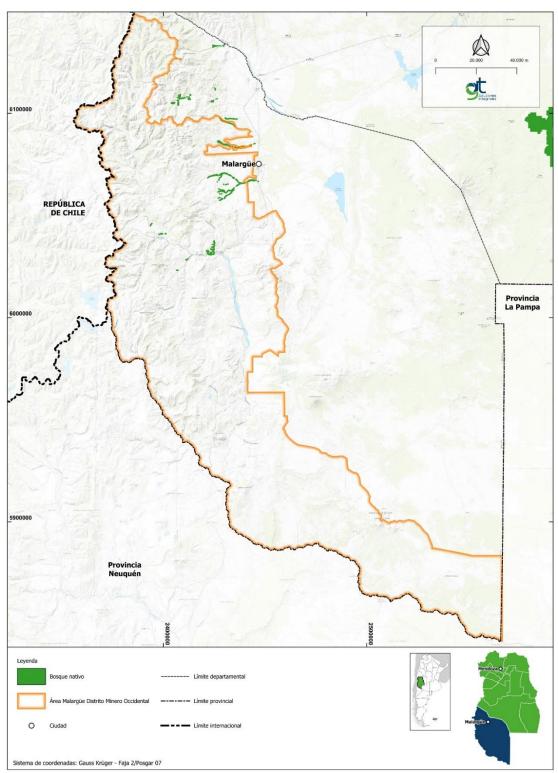
En base a fuentes de datos obtenidas a partir de instituciones científicas naciones tales como IANIGLA, INTA, IADIZA y DRNR, la superficie cubierta de bosque nativo alcanza los 2.000.000 de hectáreas en la Provincia de Mendoza, la cual se visualiza en el siguiente mapa.

GT Ingeniería S.A. info@gtarg.com

Noviembre 2024



Mapa 14.1 Mapa de Bosques de Mendoza



Fuente: Elaborado por GT Ingeniería SA, 2024 en base a capas temáticas IANIGLA-INTA-IADIZA-DRNR

14.2. Vegas

Los humedales, los cuales representan aproximadamente el 7% de la superficie de la tierra (Ramsar, 2018) e incluyen bañados y esteros, vegas y mallines, pastizales inundables y/o anegables, turberas, bosques fluviales, zonas costeras estuarinas y marinas, entre otros, se encuentran entre los



Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Cliente: Impulsa Mendoza Sostenible S.A.

Noviembre 2024



ecosistemas más valiosos. No sólo en términos socioeconómico-productivos, sino también ambientales, dada su importancia en la provisión de servicios ecosistémicos y biodiversidad (Zedler 2003; Mitsch & Gossilink 2007).

Estos ecosistemas almacenan, absorben y purifican agua, constituyendo una de las principales fuentes de abastecimiento de agua dulce y contribuyendo con la recarga y descarga de acuíferos (Marton et al. 2015). Asimismo, proporcionan alimentos, fibra y combustible (Ramsar 2018), constituyen hábitats de una gran diversidad de especies de vida silvestre y son considerados grandes amortiguadores de excedentes hídricos (Kingsford et al. 2016). Asimismo, tienen un papel fundamental en los ciclos biogeoquímicos (es decir, en el movimiento de elementos esenciales entre los organismos vivos y las distintas esferas ambientales), reteniendo, almacenando y transportando nutrientes, sedimentos, así como CO₂, por lo que constituyen importantes sumideros de carbono (Fisher et al. 2004; Ward et al. 2010).

El área de MDMO, dada su naturaleza cordillerana, abarca diversas áreas de vegas. Actualmente no existe un recurso bibliográfico que identifique y mapee las vegas para la región de MDMO. Sin embargo, el INTA generó un mapa que identifica y estima la distribución y superficie de los humedales en todo el país, así como la probabilidad de presencia de los mismos. Si bien este mapeo no es específico para vegas, resulta en una aproximación útil a la hora de caracterizar el ambiente del área MDMO, e identificar posibles sectores con interés de conservación. Esta herramienta técnica está disponible de forma online, de acceso libre y gratuito mediante el siguiente enlace: https://www.argentina.gob.ar/noticias/presentan-un-mapa-online-que-identifica-los-humedales-de-la-argentina.

Según el Informe Técnico realizado por el INTA sobre la Distribución de humedales en la República Argentina en el cual se definieron regiones y subregiones para la determinación de humedales, el área de estudio se encuentra representada por dos categorías: Región de Humedales del Monte central y Región Humedales Montanos Precordilleranos y Subandinos (subregión Vegas y Lagunas Altoandinas). El mapa de humedales en la República Argentina (INTA) generado en el informe, muestra que la subregión Vegas y Lagunas Altoandinas tiene una superficie de 2.455 km² de los cuales 443 km² presentan una probabilidad >90% y 640 km² poseen una probabilidad de 70-80% de ser humedales. A su vez la región de Humedales del Monte central posee una superficie de 5.497 km² de los cuales 2.547 km² poseen una probabilidad >90%.

A continuación, se presenta el mapa de probabilidades de humedales para las dos categorías identificadas asociadas a el sector MDMO. Se puede observar que la mayor parte del área de estudio se encuentran con una probabilidad de humedales de 0-60%. Sin embargo, asociado a la Región Humedales del Monte Central, en ciertos sectores se hallan valores que superan el 60% e incluso alcanzan el 90-100%, especialmente al Norte de Ranquil Norte, y la franja que se extiende desde Bardas Blancas hacia localidad de El Manzano y Pasarela. Por su parte, en cuanto a la subregión Vegas y Lagunas Altoanidas, se detectan áreas puntuales con elevada potencialidad tanto en el sector asociado a Valle Hermoso como al norte y sur del mismo. Asimismo, en Paso del Pehuenche y hacia el sur respecto a la mencionada localidad.



Gobierno de la Provincia de Mendoza

República Argentina

Hoja Adicional de Firmas Anexo

Número:

Mendoza,

Referencia: SEGUNDA PARTE EX-2024-08641642- -GDEMZA-MINERIA

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 100 pagina/s.