



# Informe de Cumplimiento Ambiental 4to. Trimestre 2014

Mina Marlin, San Miguel Ixtahuacán, San Marcos

*Preparado Para:*

**Dirección de Gestión Ambiental  
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales  
Gobierno de Guatemala**

*Preparado Por:*

**Gerencia de Ambiente  
Mina Marlin  
Montana Exploradora de Guatemala, S.A.**



San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, Guatemala.

Enero 2015





# Índice de Contenido

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	6
Calidad de Aire y Niveles de Ruido .....	7
Metodología .....	7
Estaciones de muestreo .....	7
Parámetros .....	8
Equipos .....	8
Laboratorio .....	10
Resultados y Discusión .....	10
Datos Meteorológicos .....	13
Calidad de Agua .....	15
Agua Superficial.....	15
Agua Subterránea .....	17
Descargas .....	17
Metodología .....	19
Control y Aseguramiento de Calidad.....	23
Resultados y Discusión.....	24
Conclusión .....	35
Anexos.....	36
Anexo 1 Resultados de laboratorio calidad de aire .....	36
Anexo 2 Resultados de laboratorio de calidad de agua .....	36

## Índice de Tablas

Tabla 1: Características de las estaciones de medición de calidad de aire .....	8
Tabla 2: Niveles de PM <sub>10</sub> – Estaciones alrededor Mina Marlin .....	10
Tabla 3: Niveles de ruido – Estaciones alrededor Mina Marlin .....	11
Tabla 4: Datos meteorológicos .....	13
Tabla 5: Descripción de los cuerpos superficiales .....	15
Tabla 6: Estaciones de monitoreo de agua superficial.....	18
Tabla 7: Estaciones de monitoreo de agua subterránea.....	18
Tabla 8: Parámetros analizados .....	21
Tabla 9: Tiempos de retención y preservación para muestras .....	23
Tabla 10: Resultados de descargas.....	27
Tabla 11: Volúmenes de descarga .....	27
Tabla 12: Resultados de calidad de agua río Tzalá .....	28
Tabla 13: Resultados de calidad de agua Riachuelo Quivichil y río Cuilco.....	30
Tabla 14: Resultados de calidad de agua subterránea.....	33

### Acrónimos y Abreviaturas

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala

BM: Banco Mundial

IFC: International Finance Corporation

SM: Standard Methods for the Examination of Waste Water

SVL: SVL Analytical.

ECOSISTEMAS: Laboratorio Analítico ECOSISTEMAS

EIA&S: Estudio de Impacto Ambiental y Social

USEPA: United States Environmental Agency

UTM: Universal Transverse Mercator

NAD27: North American Datum 1927

msnm: Metros sobre el nivel del mar

LB: Línea Base

In-Situ: "En el lugar"

### Unidades

mg/L: Miligramo sobre litro

u.e.: Unidades estándar

µS/cm: Micro-Siemens por centímetro

°C: Grados Celsius

NMP: Número más probable.

LEQ: Promedio Integrado Equivalente

dBA: Decíbeles en la escala A.

PM<sub>10</sub>: Material particulado menor de 10 micrómetros

mm: Milímetros de precipitación o evaporación.

km/h: Kilómetros por hora

mm Hg: Milímetros de mercurio, presión barométrica.

%: Porcentaje de humedad relativa.

Min: Mínimo estadístico

Max: Máximo estadístico

m<sup>3</sup>: metros cúbicos

U Pt-Co: Unidades de color Platino Cobalto.

µg/m<sup>3</sup>. Microgramos sobre metro cúbico.

#### **Fe de errata**

En la página 11, en la segunda columna del primer trimestre 2014 aparece "diurno; 50.7, 49.8, 52.4, 49.4, 52.5, 49.1" lo correcto es "nocturno: 59.0, 46.6, 52.0, 50.5, 53.5, 47.2".

En la página 27 aparece "Los volúmenes de descarga durante los meses de abril, mayo y junio son los siguientes." Lo correcto es "Los volúmenes de descarga durante los meses de julio, agosto, septiembre son los siguientes".

## INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta los resultados de monitoreo obtenidos durante el 4to. trimestre (octubre, noviembre y diciembre) del año 2014, para la Mina Marlin de Montana Exploradora de Guatemala, S.A., ubicada en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, Departamento de San Marcos. Este informe se presenta a la Dirección de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el objetivo de dar cumplimiento al requisito VIII de la resolución 779-2003/CRMM/EM de fecha veintinueve de septiembre del año dos mil tres (29/09/2003) en la cual se aprobó el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIA&S) de la Mina Marlin I.

El informe contiene el proceso de las actividades realizadas, durante los monitoreos de calidad del aire ambiental en comunidades aledañas; los niveles de presión sonora ambiental, la calidad de agua superficial, subterránea, en ríos, quebradas y condiciones meteorológicas. También se presentan los reportes de laboratorios, identificación de estaciones de muestreo, metodologías, mapas, y cuadros comparativos respecto a los dos trimestres anteriores, análisis y discusión de resultados.

Siguiendo las consideraciones descritas en el Oficio-MARN-DIGARN/828-2011/ECM/vem, se han adjuntado los resultados de los monitoreos con una base mensual de comparación así como consideraciones solicitadas por el Ministerio de Ambiente.

Se concluye que los parámetros analizados están en cumplimiento con los estándares aplicables y en relación a los dos trimestres anteriores para los parámetros más relevantes.

## Calidad de Aire y Niveles de Ruido

### Contenido de la Sección

Calidad de Aire

Metodología

Parámetros

Equipos

Laboratorio

Resultados y Discusión

En el presente informe se adjuntan los resultados del monitoreo ambiental de calidad de aire del 4to. trimestre 2014. Los parámetros que se analizan fueron establecidos en el programa de monitoreo ambiental, descrito en el Capítulo 10 del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIA&S) del Proyecto Minero Marlin. Los parámetros evaluados son:

- La calidad del aire ambiental mediante la medición de la concentración de partículas respirables con diámetro menor o igual a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), en receptores aledaños a la mina,
- Los niveles de presión sonora ambiental mediante la medición de decibeles en la escala A (dBA) en comunidades aledañas a la mina.

Los equipos y los métodos empleados para realizar los análisis son acordes con las regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América (USEPA). Los resultados de laboratorio para calidad del aire ( $PM_{10}$ ), fueron comparados contra el estándar de la USEPA, mientras que los resultados de niveles de presión sonora fueron comparados contra las guías del Banco Mundial y la Línea Base. Los datos de los dos Informes anteriores (2do y 3er. trimestre del 2014) están incluidos para comparación.

### Metodología

#### Estaciones de muestreo.

Para establecer la calidad del aire ambiental y niveles de ruido se tomaron mediciones de 6 estaciones de muestreo en los receptores más cercanos a la mina.

Las estaciones están ubicadas en los alrededores de los límites de las propiedades de Montana. En la tabla 1 se presenta la información general de cada estación y en el Mapa 1 se observa la ubicación geográfica de las estaciones.

Dentro del Capítulo 10 Del EIA&S se describen las estaciones de monitoreo para la Mina Marlin, estas son AQ1, AQ2, AQ4, AQ7, AQ9, AQ12.

*Los estándares de comparación de  $PM_{10}$  USEPA, estándares de comparación Ruido Banco Mundial*

**Tabla 1:** Características de las estaciones de medición de calidad de aire

Estación	Elevación msnm	Coordenadas UTM		Medición		Ubicación
		X	Y	Ruido	PM <sub>10</sub>	
<b>AQ1</b>	2,322	638562	1684671	X	X	Aldea Ágel, al oeste de la mina viento abajo.
<b>AQ2</b>	2,190	640077	1685050	X	X	Caserío San José Nueva Esperanza al noroeste de la Mina, viento abajo.
<b>AQ4</b>	1,990	641087	1686216	X	X	Caserío San José Ixcaniche, al norte de la Mina viento abajo
<b>AQ7</b>	2,090	641918	1682175	X	X	Aldea Carrizal Poj, al sureste de la Mina, viento arriba
<b>AQ9*</b>	1,852	643374	1684306	X	X	Caserío Tzalem al este de la Mina, viento arriba
<b>AQ12*</b>	1,940	644087	1688404	X	X	Caserío Chuena área de influencia por tráfico

**Fuente:** Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

\*Las estaciones AQ9 y AQ12 no presentan línea base y se colocan como comparación en áreas fuera de la influencia del proyecto.

## Parámetros

### Calidad de aire

- Concentración de material particulado (en microgramos por metro cúbico –  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (**PM<sub>10</sub>**);

### Niveles de ruido

- Presión sonora - promedio integrado equivalente (**LEQ**) para 24 horas medido en decibeles en la escala A (dbA).



BGI PQ167 Air Sampling System. Equipo de Monitoreo PM<sub>10</sub>



Sonómetro SoundPro DL 2900 Quest Technologies

## Equipos

### Calidad de aire:

El equipo utilizado para las mediciones de material particulado PM<sub>10</sub> en el ambiente es el PQ167 Air Sampling System (Sistema de Muestreo de Aire), que satisface los requisitos del Método de Referencia para Muestreo Número RFPS – 1298 – 124; designado en conformidad con 40 CFR Parte 50, Apéndice J ("Referente Method for the Determination of Particulate Matter as PM – 10 in the Atmosphere"), diciembre de 1998 que es el método analítico utilizado. El equipo utilizado cumple con las especificaciones de la USEPA, descrito en el Registro Federal Vol. 63, página 69625, última modificación y actualización del método 01-2009. Los resultados de los pesos de filtros en el Anexo 1.

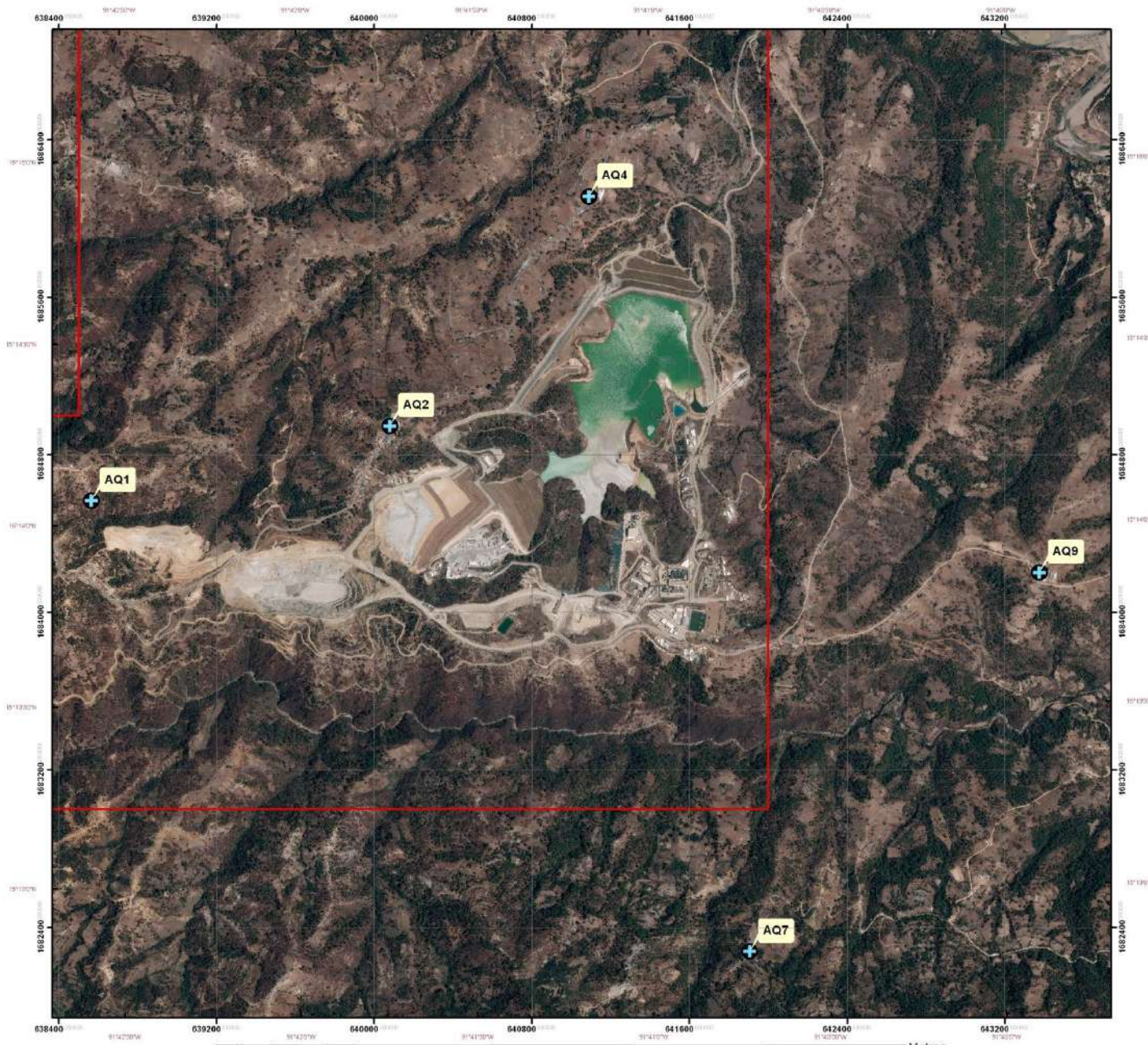
### Niveles de ruido:

Para la realización de las mediciones de niveles de presión sonora se utilizaron los equipos "SoundPro DL Datalogging Sound Level Meter" (Medidores de Niveles de Sonido – Sonómetros) marca Quest Technologies. Los sonómetros cumplen con el estándar internacional IEC 61672-1 "Electroacoustics Sound Level Meters", de la Comisión Electrotécnica Internacional o IEC por sus siglas en inglés. El período de medición de los instrumentos fue de 24 horas continuas, para cada estación de monitoreo.



# Ubicación de las estaciones de Calidad de Aire y Niveles de Ruido

Departamento de Ambiente



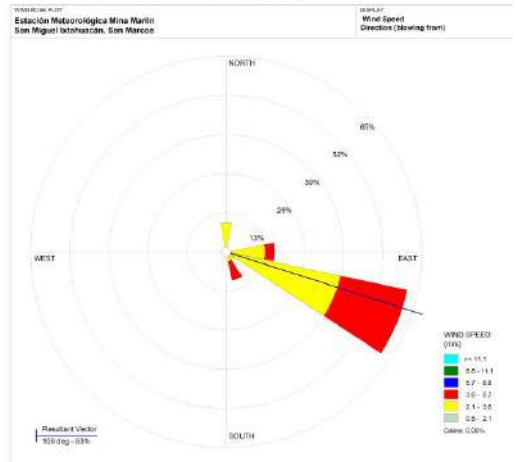
1:15,000  
1 centímetro equivale a 0,2 kilómetros



## Leyenda

- Estaciones de Calidad de Aire
- Licencia de explotación

## Dirección e intensidad de viento



## Departamento de San Marcos Ubicación del área de estudio



Fuente:  
Estaciones de monitoreo: Departamento Ambiental  
Red Hidrográfica: Mina superficial  
en base a la topografía actualizada  
hasta marzo 2, 008.  
Verificación de campo: Departamento ambiental

Datos de proyección:  
NAD 1927 UTM Zona 15 Norte  
Proyección: Transverse\_Mercator  
Eje falso: 500000.000000  
North False: 0.000000  
Meridiano central: -93.000000  
Factor de escala: 0.999000  
Latitude of origin: 0.000000  
Fecha de realización: Ago 2014.  
Preparado por José Carlos Cuscuada

## Laboratorio

Para el análisis de PM<sub>10</sub> se utilizó el Método de Referencia de la EPA para la medición de material particulado menor o igual a 10 micrómetros, 40 CFR Parte 50, Apéndice J ("Referente Method for the Determination of Particulate Matter as PM – 10 in the Atmosphere"), diciembre de 1998.

La ecuación para el análisis gravimétrico de los filtros es la siguiente:

$$\frac{\text{Peso de muestra (mg)} \times 1000}{\text{Volumen Total de Muestra (m}^3\text{)}} = \text{Concentración (} \frac{\text{microgramos}}{\text{m}^3}\text{)}$$

Donde:

Peso de muestra, es la diferencia entre el peso final y el peso inicial del filtro.

Volumen total de la muestra, es el volumen de aire que pasó a través del filtro en m<sup>3</sup>.



Filtros de Fibra de Vidrio para PM<sup>10</sup>

## Resultados y Discusión

### Calidad de aire

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo de material particulado (PM<sub>10</sub>), expresado en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>). En la gráfica 1 se observa que los niveles están por debajo del estándar de la EPA.

**Tabla 2:** Niveles de PM<sub>10</sub> – Estaciones alrededor Mina Marlin

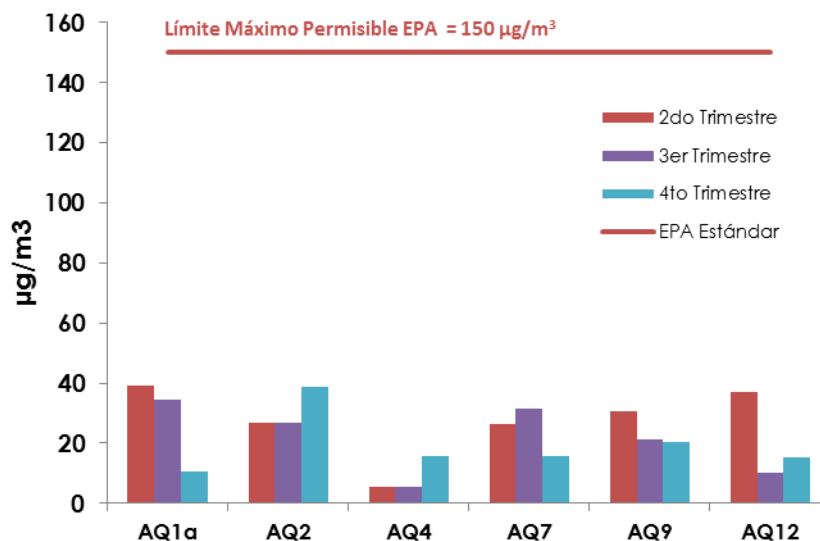
Estación	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	2do trimestre 2014	3er trimestre 2014	4to trimestre 2014
AQ1a	39	34	11
AQ2	27	27	39
AQ4	5	5	16
AQ7	26	32	16
AQ9	30	21	20
AQ12	37	10	15

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

diciembre 2014													
diciembre 2014				enero 2015									
do	lu	ma	mi	ju	vi	sa	do	lu	ma	mi	ju	vi	sa
30 de nov	1 de dic	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		AQ1			AQ9								
7	8	9	10	11	12	13							
	AQ2 AQ12	AQ4 AQ7											
14	15	16	17	18	19	20							
21	22	23	24	25	26	27							
28	29	30	31	1 de ene de 15	2	3							

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

## Concentración PM<sub>10</sub>



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

### Niveles de ruido

En la tabla 3, se observan los resultados de los niveles de ruido medidos en decibeles escala A (dBA) para el parámetro del promedio integrado equivalente (LEQ). Los resultados son comparados con los obtenidos en los trimestres anteriores y con la línea base de las estaciones en las que aplica. Los resultados muestran que los niveles de presión sonora se mantienen dentro de los límites de la línea base.

**Tabla 3:** Niveles de ruido – Estaciones alrededor Mina Marlin

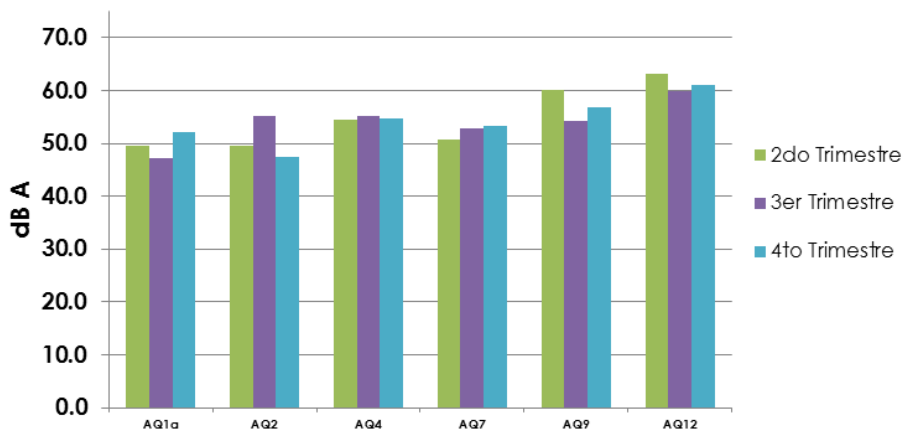
Estación	2do trimestre 2014		3er trimestre 2014		4to trimestre 2014		Línea Base*		
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	24 Horas	Promedio 24 horas	Máximo
<b>AQ1</b>	50.7	45.4	48.4	43.6	53.5	45.9	52.1	55.2	69.6
<b>AQ2</b>	50.7	45.4	56.4	49.5	46.3	49.4	47.5	51.8	66.6
<b>AQ4</b>	54.7	54.2	55.5	54.7	55.1	53.9	54.8	58.5	76.1
<b>AQ7</b>	51.5	48.8	53.8	50.3	54.7	47.0	53.2	55.4	61.9
<b>AQ9</b>	57.2	63.2	51.9	51.0	57.3	55.2	56.7	NA	NA
<b>AQ12</b>	63.8	61.9	61.1	55.2	62.3	56.8	61.1	NA	NA

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

diciembre 2014																																																																																																									
<table border="0" style="width:100%; font-size: small;"> <tr> <td colspan="4">diciembre 2014</td> <td colspan="4">enero 2015</td> </tr> <tr> <td>do</td><td>lu</td><td>ma</td><td>mi</td><td>ju</td><td>vi</td><td>sa</td><td></td> <td>do</td><td>lu</td><td>ma</td><td>mi</td><td>ju</td><td>vi</td><td>sa</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td></td><td></td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td></td> </tr> <tr> <td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td></td> <td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td> </tr> <tr> <td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td></td> <td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td> </tr> <tr> <td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td></td> <td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td> </tr> <tr> <td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>								diciembre 2014				enero 2015				do	lu	ma	mi	ju	vi	sa		do	lu	ma	mi	ju	vi	sa	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					28	29	30	31			
diciembre 2014				enero 2015																																																																																																					
do	lu	ma	mi	ju	vi	sa		do	lu	ma	mi	ju	vi	sa																																																																																											
1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6																																																																																												
7	8	9	10	11	12	13		7	8	9	10	11	12	13																																																																																											
14	15	16	17	18	19	20		14	15	16	17	18	19	20																																																																																											
21	22	23	24	25	26	27		21	22	23	24	25	26	27																																																																																											
28	29	30	31					28	29	30	31																																																																																														
domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado																																																																																																			
30 de nov	1 de dic	2	3	4	5	6																																																																																																			
		AQ1		AQ9																																																																																																					
7	8	9	10	11	12	13																																																																																																			
	AQ2 AQ12	AQ9 AQ7																																																																																																							
14	15	16	17	18	19	20																																																																																																			
21	22	23	24	25	26	27																																																																																																			
28	29	30	31	1 de ene de 15	2	3																																																																																																			

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Nivel de Presión Sonora - Período 24 hrs



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

\*La línea base fue establecida para el período de Julio 2002 hasta marzo de 2004. Para los límites del Banco Mundial (55 dB diurno y 45 dB nocturno) los promedios de línea base en las estaciones AQ1, AQ2, AQ4 y AQ7 fueron mayores a los límites establecidos por lo que se deberán sumar 3 dB al promedio de la línea base como guía de comparación.

Las estaciones AQ9 y AQ12 no presentan línea base y se colocan como comparación en áreas fuera de la influencia del proyecto.

NA: No Aplica

## Datos Meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron recopilados por una estación permanente y automática propiedad de Mina Marlin, ubicada al este de la represa de colas. En tabla 4 se presentan los datos meteorológicos recopilados durante los días que se realizaron los monitoreos, se adjuntan la rosa de viento del periodo de medición.

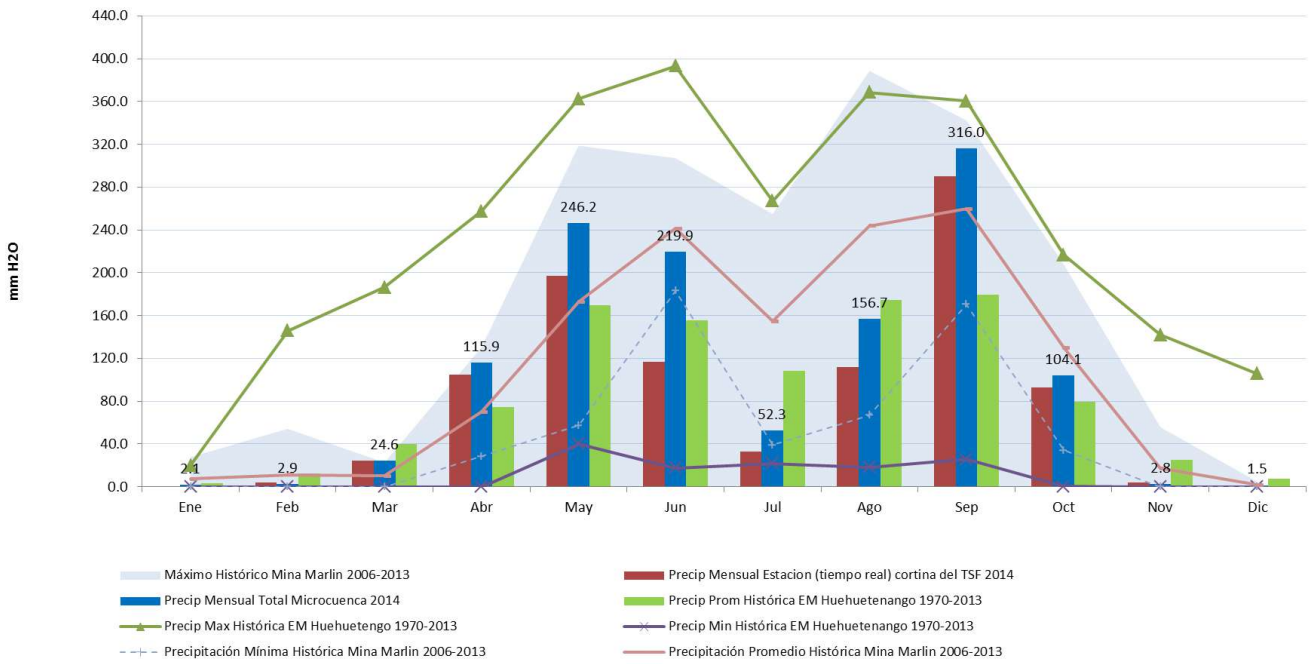
**Tabla 4:** Datos meteorológicos

Fecha	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Humedad relativa Prom. (%)	Temperatura ambiente (°C)			Presión atmosférica Prom. (mm Hg)	Velocidad del viento prom. (km/h)	Dirección del viento (grados)
				Promedio	Máxima	Mínima			
01-dic	0.0	2.2	73.09	17.17	24.12	12.50	584.13	12.57	113
02-dic	1.0	2.2	88.75	14.21	18.87	11.81	583.82	8.16	349
03-dic	0.0	3.0	71.50	14.47	21.75	9.37	583.64	11.89	107
04-dic	0.0	2.0	71.21	14.55	22.56	8.18	584.07	13.90	113
05-dic	0.0	2.0	69.01	16.25	25.06	10.31	584.61	11.66	101
06-dic	0.0	1.0	75.94	16.19	24.12	11.06	585.07	13.26	107
07-dic	0.0	4.0	75.39	15.01	23.18	11.18	584.62	11.01	118
08-dic	0.0	4.0	72.62	14.23	21.75	9.31	584.39	11.17	118
09-dic	0.0	2.0	76.77	13.28	21.25	7.00	584.68	11	113
10-dic	0.0	1.0	72.23	13.84	21.31	9.31	584.19	13.08	118
11-dic	0.0	2.0	70.29	14.26	20.81	10.56	584.41	10.85	113
12-dic	0.0	3.0	67.79	14.44	21.50	10.06	585.37	12.11	118
13-dic	0.0	1.0	69.18	13.87	22.87	8.25	584.52	10.70	113
14-dic	0.0	1.0	71.13	15.43	23.37	11.00	583.14	12.33	118
15-dic	0.0	2.0	68.73	16.06	24.87	9.25	583.12	12.95	158
16-dic	0.0	2.0	67.29	15.21	25.18	7.50	584.94	10.92	107
17-dic	0.0	3.0	66.19	14.69	23.68	7.68	585.23	9.48	113
18-dic	0.0	3.0	63.19	16.59	27.06	8.75	583.96	11.11	349
19-dic	0.0	3.0	65.52	16.82	27.87	9.00	583.37	12.08	135
20-dic	0.0	2.0	69.21	16.12	24.68	9.37	583.82	11.26	89
21-dic	0.0	2.0	67.54	16.17	24.75	9.56	583.61	11.39	101
22-dic	0.0	3.0	64.68	17.58	26.68	10.25	581.72	10.73	6
23-dic	0.0	3.0	70.85	15.84	24.75	9.50	580.76	12.15	151
24-dic	0.0	4.0	68.41	15.19	24.56	8.31	582.74	14.52	110
25-dic	0.0	2.0	70.75	15.34	20.93	12.37	584.59	14.78	118
26-dic	0.0	2.0	51.92	17.26	26.18	10.50	583.90	12.98	96
27-dic	0.0	3.0	53.39	15.62	26.87	6.18	584.10	12.65	98
28-dic	0.0	1.0	62.52	16.35	26.93	7.75	584.17	15.13	165
29-dic	0.0	2.0	67.76	17.64	25.87	12.31	584.35	10.20	113
30-dic	0.0	6.0	66.9	16.36	24.62	10.25	585.08	14.84	113
31-dic	0.0	3.0	66.8	15.78	21.68	10.50	584.93	13.02	118

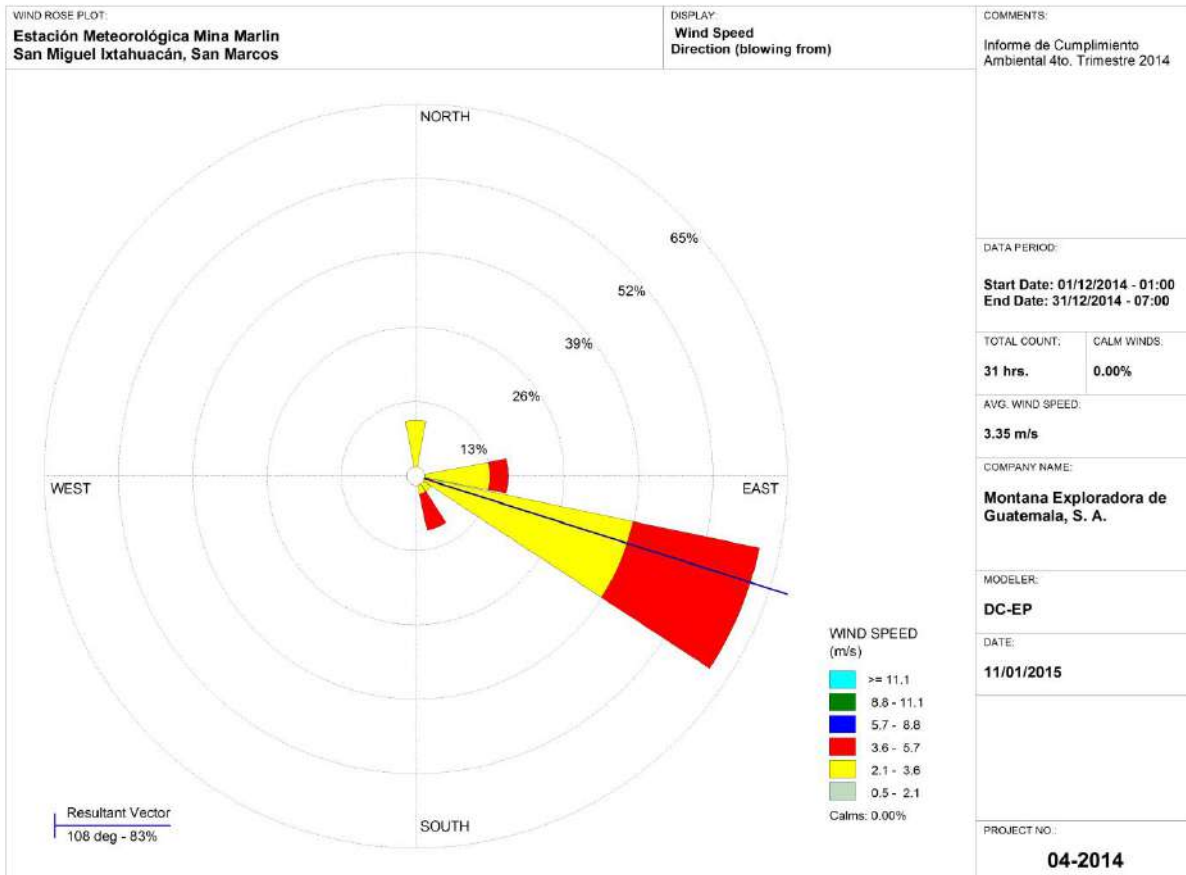


Estación Meteorológica Mina Marlin.

### Precipitación 2014



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

# Calidad de Agua

## Agua Superficial

Para determinar la calidad del agua superficial se establecieron en el EIA&S, 6 estaciones de monitoreo en los ríos cercanos al área de la mina Marlin, los cuales son el río Tzalá, riachuelo Quivichil y río Cuilco, la descripción y ubicación de estas estaciones se muestra en la tabla 5.

### Contenido de la Sección

Agua Superficial

Agua Subterránea

Descargas




Metodología

Control Y aseguramiento de Calidad

Resultados y Discusión

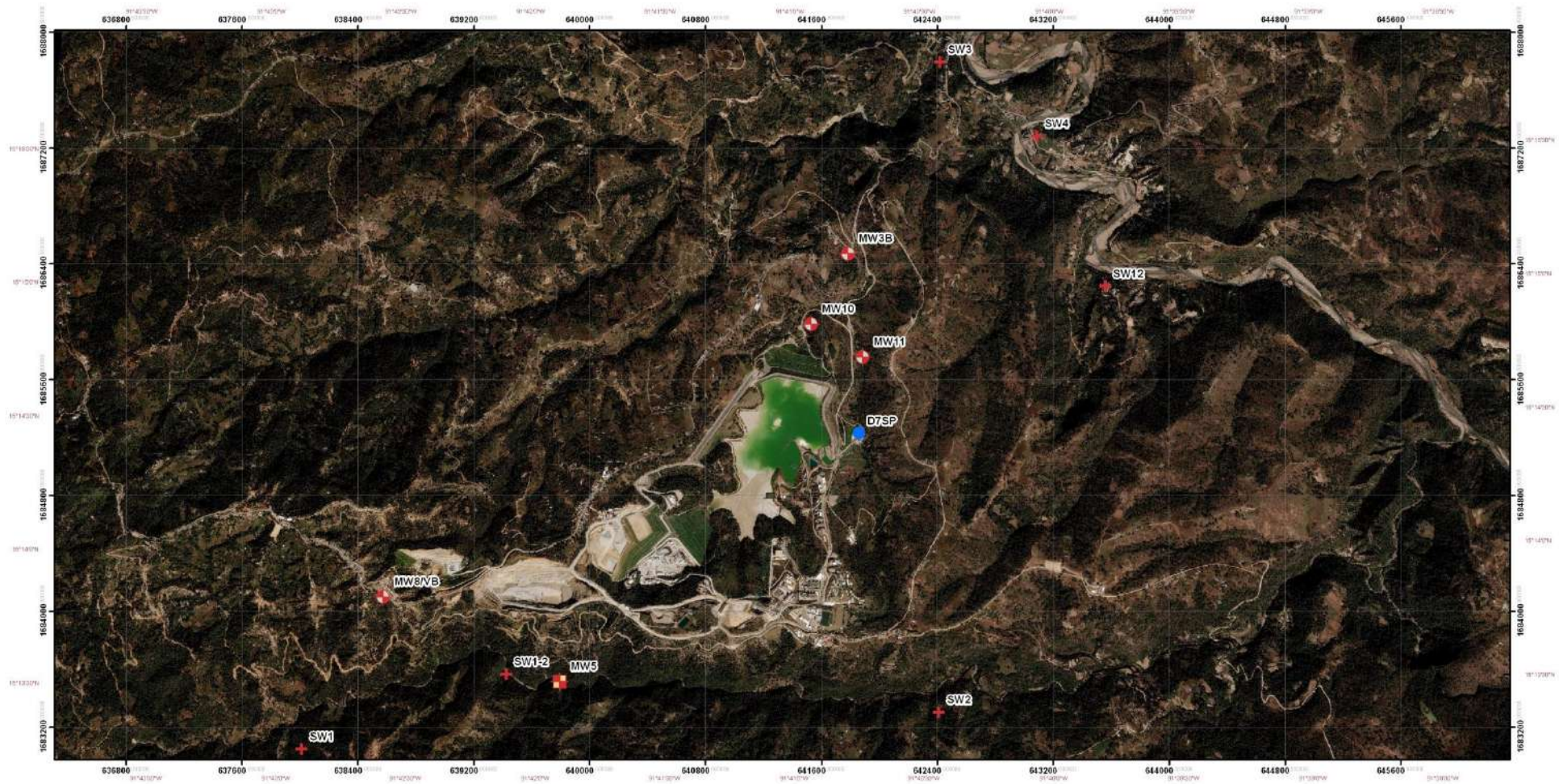
Los cuerpos de agua superficial alrededor de Mina Marlin son 3, Río Tzalá, Quivichil y Cuilco

**Tabla 5:** Descripción de los cuerpos superficiales

Cuerpo Superficial	Descripción	Imagen
Río Tzalá	El río Tzalá fluye de oeste a este hasta desembocar en el río Cuilco ubicado al este de la Mina Marlin. El río Tzalá posee un drenaje del tipo dendrítico el cual posee 5 corrientes permanentes, 36 corrientes intermitentes y 50 corrientes efímeras. El área de la cuenca del río Tzalá es de 66.19 Km <sup>2</sup> y la pendiente de su cauce es de 12%.	
Riachuelo Quivichil	El riachuelo Quivichil se localiza al norte de Mina Marlin. Fluye de oeste a este y desemboca en el Río Cuilco. Posee 2 corrientes permanentes, 7 intermitentes y 10 efímeras, el área de su cuenca es de 20.34 Km <sup>2</sup> y el porcentaje de pendiente media del cauce principal es del 7%, su tipo de drenaje es dendrítico.	
Río Cuilco	El río Cuilco es el cuerpo receptor de las aguas del río Tzalá y del riachuelo Quivichil. El río Cuilco fluye hacia el norte hasta desembocar al río Grijalva en México.	

# Ubicación de las estaciones de monitoreo Calidad de Agua

Departamento de Ambiente



Departamento de San Marcos  
Ubicación del área de Estudio



## Escala



1:20,000

1 Centímetro equivale a 0.25 Kilómetros

## Leyenda

### Estaciones de Calidad de Agua

#### TIPO

-  Agua Subterránea
-  Agua Superficial
-  Descarga
-  Estación Meteorológica
-  Pozo de Producción

#### Fuente:

Estaciones de monitoreo: Departamento Ambiental  
Red Hidrográfica: Mina superficial  
en base a la topografía actualizada  
hasta marzo 2008.  
Verificación de campo: Departamento ambiental

#### Datos de proyección:

NAD 1927 UTM Zona 15 Norte  
Proyección: Transversa\_Mercator  
Eje Este: 500000.000000  
Norte Falso: 0.000000  
Meridiano central: -93.000000  
Factor de escala: 0.999900  
Latitud de origen: 0.000000

Fecha de realización: Agosto de 2014.  
Preparado por José Carlos Quezada



## Agua Subterránea

Para evaluar la calidad del agua subterránea en el área de la mina, se establecieron 3 estaciones de monitoreo las cuales consisten en pozos plenamente adaptados para toma muestras por medio de bombas sumergibles, los pozos se identifican con los siguientes códigos PSA3, MW3B, MW10. El pozo de monitoreo MW10 se ha presentado como un comparativo de la zona, actualmente se encuentra en mantenimiento por lo que se adjuntan los resultados de los trimestres anteriores del pozo G11 ubicado a pocos metros del MW10 siendo pozos de monitoreo de la Represa de Colas, esto como comparación hidrogeológica. Los parámetros evaluados son los mismos que se establecieron para agua superficial, exceptuando los metales totales y la DQO.

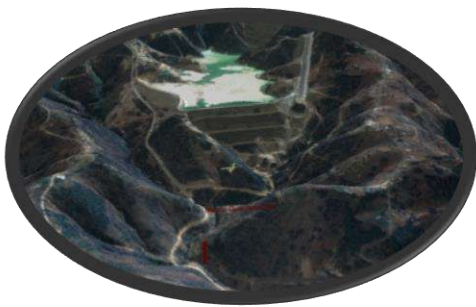
## Descargas

### Planta de tratamiento aguas industriales

Seguendo los requerimientos del Estudio de Impacto Ambiental, y el "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006)" del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se adjuntan a este informe los resultados del monitoreo de agua de descarga de Mina Marlin. Las aguas de descarga han sido sometidas al proceso de tratamiento de la planta de aguas industriales de Mina Marlin. La estación de monitoreo de este punto tiene el código D7SP. Los parámetros evaluados y las metodologías de muestreo son las indicadas en "Reglamento el de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales". Se adjuntan en la tabla 10 los resultados y las guías de comparación para efluentes mineros del Banco Mundial, establecidas en el EIA de la Mina Marlin.

### Represa de colas (*Spillway*)

Debido a los efectos de la época lluviosa se reporta descarga por el sistema *spillway*, D7SP, siguiendo los requerimientos del "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006)" del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se adjuntan a este informe los resultados del monitoreo, en la tabla 10.



Las estaciones de muestreo, coordenadas y descripción se presentan en las siguientes tablas para aguas superficiales, subterráneas y descargas.

**Tabla 6:** Estaciones de monitoreo de agua superficial

Descripción de estación	Código	Coordenadas UTM*		Altitud (msnm)
<i>Río Tzalá</i>				
Aguas arriba hacia el suroeste de la mina	SW1	638090	1683260	2,380
Estación intermedia al sur de la mina	SW1-2	639512	1683493	1,945
Aguas abajo hacia el sureste de la mina	SW2	642235	1683315	1,800
<i>Riachuelo Quivichil</i>				
Estación antes de la confluencia con el río Cuilco	SW3	642349	1687545	1,634
<i>Río Cuilco</i>				
Aguas del río Cuilco antes de confluencia del riachuelo Quivichil	SW4	643107	1687305	1,620
Aguas del río Cuilco después de la confluencia del riachuelo Quivichil	SW5	642777	1688250	1,620
Río Cuilco, cercana al puente "Cuilco", La Vega, Sipacapa arriba de la confluencia del río Tzalá	SW11	647828	1684576	1671
Río Cuilco después de la confluencia del río Tzalá	SW12	643560	1686247	1624
<i>Descarga</i>				
Efluente de planta de tratamiento Mina Marlin	D7SP	641900	1685219	1883

\*: Coordenadas en proyección North American Datum 1927.

**Fuente:** Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

**Tabla 7:** Estaciones de monitoreo de agua subterránea

Descripción de estación	Código	Coordenadas UTM*		Altitud (msnm)
Pozo de producción de la Mina	PSA3**	639576	1683902	2,077
Aguas al oeste de la mina, aldea Agel	MW3B	641810	1686466	1,840
Aguas abajo del depósito de colas antes de confluencia con quebrada Seca	MW10	641520	1685979	1,851
Aguas abajo del depósito de colas antes de confluencia con quebrada Seca	G11	641525	1685989	1,852

\*: Coordenadas en proyección North American Datum 1927.

\*\*Pozo PSA3, pozo de producción dentro del mismo sistema del pozo MW5.

**Fuente:** Departamento de Calidad de Agua, Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

## Metodología

La metodología de toma de muestras para análisis y evaluación de los parámetros establecidos en el EIA&S, se rige bajo los procedimientos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), los lineamientos establecidos en los Métodos Standard para la examinación del Agua (Standard Methods) y el "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" (Acuerdo Gubernativo 236-2006) del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### Toma y colección de muestras.

*Las metodologías de colecta de muestra y análisis son las descritas por la USEPA, Banco Mundial y Standard Methods*

Afluentes	Metodología Utilizada
Aguas superficiales	Muestreo puntual discreto de toma simple
Aguas subterráneas	Muestreo discreto pasivo (método de difusión pasiva) Muestreo de micro purgado de flujo laminar. Muestreo de abatimiento y recuperación de 3 volúmenes equivalentes. (EPA)
<b>Efluentes</b>	
Descarga planta tratamiento	Muestreo compuesto secuencial de 12 horas, 4 muestras en un intervalo de 3 horas. Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.
Descarga represa de colas	Muestreo compuesto proporcional a las horas de descarga. Dependiendo del flujo de descarga el volumen de muestra por hora es ajustado. Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

### Aguas superficiales:

La toma de muestras en aguas superficiales se realiza de forma simple, discreta y puntual. Dentro de los márgenes de las corrientes de los ríos analizados la toma se realiza para los ríos Tzalá y Quivichil en las regiones de corriente localizada, es decir donde el flujo es mayormente representativo. Para el río Cuilco las muestras se toman en los puntos donde la corriente es predominante, aunque por razones de seguridad durante la época lluviosa las corrientes de este río son fuertes y durante este periodo la muestra se toma en los puntos más cercanos al centro de la corriente.

### Aguas subterráneas

Las metodologías para la toma y colección de muestras para análisis de agua subterránea están divididas en 3 formas, en función del tipo de agua subterránea o pozo de monitoreo a evaluar.

Pozos de producción: Para este tipo de pozo se utiliza la metodología de abatimiento y recuperación de 3 volúmenes equivalentes<sup>1</sup> siguiendo la metodología de la USEPA. Generalmente el pozo de producción de Marlin se mantiene en bombeo, por lo que el abatimiento no es necesario debido a que el flujo de agua es constante y la muestra colectada es representativa por tener una recarga satisfactoria. Pozos que utilizan esta metodología son PSA3.

<sup>1</sup> Volumen equivalente: el volumen de la columna de agua, medido desde del fondo del pozo hasta el nivel donde se encuentra el agua. Fuente USEPA.

Pozos de monitoreo de baja recarga: Para estos tipos de pozos y sistemas en los cuales no se puede aplicar el método de los 3 volúmenes equivalentes debido a que el flujo de recarga es bajo se utilizan muestreadores pasivos de difusión (Hydrasleeves), estos son introducidos en los pozos de monitoreo por un tiempo de 24 horas dejando que el flujo del acuífero atraviese la membrana del colector y luego el volumen de análisis es retirado. Pozos que utilizan esta metodología MW10, MW11.

Pozos de monitoreo de recarga media: Para este tipo de pozo se utiliza la metodología de micropurgado de flujo laminar. Este método consiste en realizar un bombeo de bajo flujo introduciendo una bomba dedicada a la altura media de las rejillas de infiltración. El objetivo de este método es bombear el agua al mismo régimen de recarga del pozo manteniendo el nivel dinámico del pozo. La colecta de muestra se realiza hasta que los parámetros pH, conductividad, oxígeno disuelto no muestran variaciones mayores al 5% entre lecturas cada minuto. Pozos que utilizan esta metodología son MW3B, G11.

Descargas: Para los efluentes de descarga la colecta de la muestra es realizada de modo compuesto utilizando un muestreador automático programable (Teledyne Isco). Para las descargas de la planta de tratamiento de aguas industriales, el muestreo compuesto se realiza de forma secuencial con volumen fijo, debido a que el volumen de descarga es constante y fijo. Para las descargas provenientes del *spillway* desde la represa de colas el muestreo compuesto se realiza a volumen proporcional al flujo, debido a que este tipo de descargas se realizan en función de eventos de alta intensidad de precipitación que regulan el flujo de descarga en el tiempo que dura el evento. El equipo se coloca en el dissipador.

#### **Parámetros analizados**

Dentro de los parámetros considerados para el análisis de calidad de agua se encuentran los fisicoquímicos (In-Situ), fisicoquímicos (laboratorio) y química clásica, aniones, agregados orgánicos, nutrientes, metales<sup>2</sup>, y parámetros microbiológicos. La lista de estos parámetros, así como su descripción y método analítico se enlistan en la tabla 8.

Los perfiles analíticos empleados se dividen en 3 grupos:



<sup>2</sup> Metales: Listado de metales evaluados por el método ICP. Divididos en dos fracciones Totales y Disueltos. Fracción **Total**: representa la totalidad de elementos detectados en la muestra. Fracción **Disueltos**: Representan los metales que se presentan en partículas o configuraciones de diámetro menor de 0.45 µm, filtrados en el campo.

Tabla 8: Parámetros analizados

Análisis	Método	Descripción
Fisicoquímicos (In-Situ)		
<b>pH</b>	(Instrumental)	El potencial hidrógeno medido en el campo a la temperatura de la muestra. El rango de 0 hasta 14 unidades estándar, con dos cifras decimales estabilizadas durante un periodo de 5 minutos. La medición es realizada por medio de un potenciómetro de campo debidamente calibrado a 3 puntos 4.00, 7.00 y 10.00 a 25 °C.
<b>Temperatura</b>	(Instrumental)	Temperatura del agua del cuerpo estabilizada a 5 minutos, medida con una termocopla o termopar con rango de -20°C hasta 50 °C con dos cifras decimales.
<b>Oxígeno disuelto</b>	(Instrumental)	mg/L de oxígeno disuelto en 1 L de agua. Se realiza por medio de electrodo de celda óptico Clarck o poligráfica. Rango de medición de 0 hasta 10 mg/L con dos cifras significativas decimales. La calibración debe realizarse con corrección de la presión barométrica del lugar de medición para calcular la saturación.
<b>Conductividad específica</b>	(Instrumental)	Inverso de la resistividad a la corriente. Se realiza por medio de celda de conductividad, con rango de 10 hasta 10,000 mS/cm. Se reporta como específica a corrección de 25 °C. No confundir con conductividad "actual" o sin corrección.
<b>Alcalinidad</b>	Standard Methods 2320 B	"Titulación y colorimetría para carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y alcalinidad Total"
<b>Demanda química de oxígeno</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 410.4	"Determinación de la demanda química de oxígeno semi-automática"
<b>Sólidos disueltos totales</b>	Standard Methods SM 2540 C	"Sólidos disueltos secados a 180°C"
<b>Sólidos suspendidos totales</b>	Standard Methods SM 2540 D.	"Sólidos suspendidos secados a 105°C"
<b>Sólidos totales</b>	Standard Methods SM 2540 B	"Sólidos totales secados a 105°C"
Aniones		
<b>Cloruros, fluoruros, sulfatos</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 300.0	"Determinación de iones inorgánicos por cromatografía de iones"
<b>Sulfuros</b>	Standard Methods SM 4500-S-F	"Determinación de sulfuros disueltos"
<b>Cianuro Total, WAD y Libre</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 335.4 Standard Methods SM 4500-CN-I.	Determinación de cianuro total por colorimetría semi-automatizada". "Determinación de cianuro débil y disociable por destilación y colorimetría." Determinación de cianuro libre por análisis de

Análisis	Método	Descripción
	ASTM D7237	inyección de flujo"
Agregados Orgánicos		
<b>Grasas y aceites</b>	EPA 1664 <sup>a</sup>	Grasas y aceites límite de detección 1 mg/L
<b>Hidrocarburos totales</b>	EPA 8015Bmod	Diesel y Lube Oil
Nutrientes		
<b>Nitrógeno de amonio</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 350.1	"Determinación de nitrógeno de amonio por colorimetría semi-automatizada".
<b>Nitrógeno Kjeldahl</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 351.2	"Determinación de Nitrógeno Kjeldahl por colorimetría semi-automatizada".
<b>Nitrógeno de Nitritos-Nitratos</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 351.2	"Determinación de nitrógeno de nitritos-nitratos por colorimetría semi-automatizada".
Metales, cationes, y no Metales	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 6010B	"Determinación de metales por espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inducido ICP".
	Para los metales Selenio, Talio, Arsénico, Cadmio, Antimonio, el método analítico es el EPA 6020.	Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Silicio, Sodio, Talio, Titanio, Vanadio, Zinc
	Para mercurio el método analítico es EPA 7470 <sup>a</sup> .	

Fuente: SVL Analytical, ECOSISTEMAS S.A.

## Control y Aseguramiento de Calidad

### Preservación y manejo de muestras

Las muestras colectadas en el monitoreo de calidad de agua han sido sometidas a un sistema de control y aseguramiento de calidad. Estos controles se desprenden de los lineamientos de la USEPA, Banco Mundial y Standard Methods para la colecta, manejo y preservación de muestras.

Los recipientes de muestreo utilizados en los monitoreos aquí presentados tienen la certificación de la USEPA Trace Clean grado A, o *Quality Assurance QA* por sus siglas en inglés, que pertenecen a la metodología "OSWER Directive 9240.0-05" "*Especificaciones y Guías para recipientes libres de contaminantes durante su fabricación*". Estos recipientes son de polietileno de alta densidad así como de vidrio ámbar. Así mismo todas las muestras han sido colectadas utilizando guantes estériles desechables de nitrilo, y preservadas como se indica en la tabla de preservación y manejo de muestras, en las cuales se describen los 2 tipos de preservantes, los químicos y de temperatura. Los preservantes químicos están orientados a fijar constituyentes y prevenir reacciones químicas durante el traslado de la muestra, mientras que la preservación por temperatura está orientada a evitar la volatilización de componentes y analitos, para evitar los procesos microbiológicos de degradación, y para detener o disminuir la actividad y cinética química.

*El control y aseguramiento de calidad está orientado a garantizar la integridad y análisis de las muestras.*

**Tabla 9:** Tiempos de retención y preservación para muestras

Parámetro	Recipiente y Volumen	Preservación y manejo	Tiempo de Retención	
			Extracción	Análisis
Hidrocarburos del Petróleo TPH	Vidrio Ámbar 1 L	Refrigerado 4°C, 2 mL HCl pH <2	7 días	40 días
Metales	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 1 mL HNO <sub>3</sub> pH <2	NA	6 meses
Mercurio (EPA 7470)	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 1 mL HNO <sub>3</sub> pH <2	NA	28 días
Cianuro Total, WAD y Libre	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C, 2 mL NaOH pH >12	NA	14 días
Aniones (Cloruros, Fluoruros, Sulfatos)	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C	NA	28 días
Sulfuros	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C, 2 mL NaOH + Acetato de Zinc al 50%, pH >12	NA	7 días
Nutrientes	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 2 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH <2	NA	28 días
DQO	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 2 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH <2	NA	28 días
Aceites y Grasas	Vidrio Ámbar 1 L	Refrigerado 4°C, 2 mL HCl pH <2	NA	28 días
Alcalinidad, SST, SDT, ST, Conductividad, Dureza	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C	NA	7-14 Días

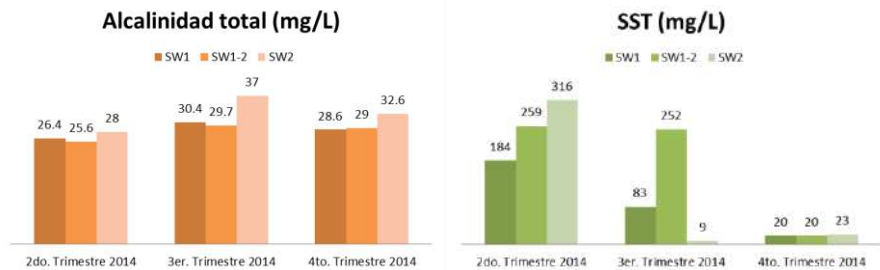
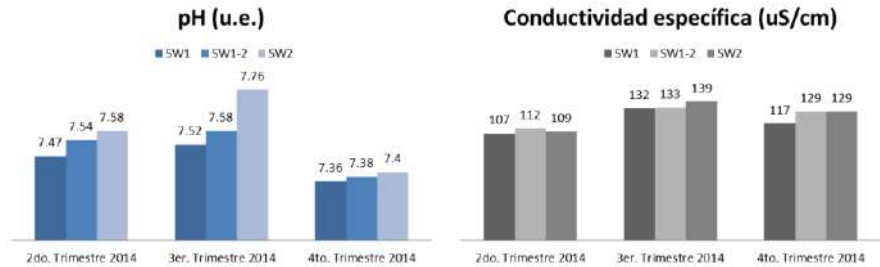
**Fuente:** SM, USEPA 2012.

## Resultados y Discusión

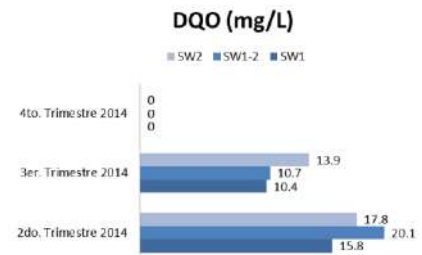
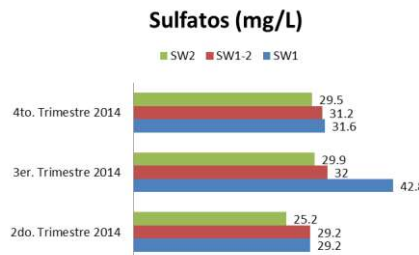
### Agua superficial

#### Rio Tzalá

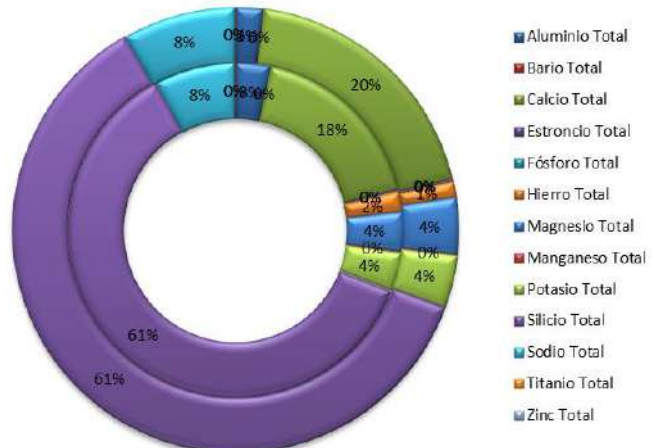
En la tabla 12 se presentan los resultados y línea de base de comparación (LB) para las estaciones SW1, SW1-2, SW2. Todos los parámetros evaluados se reportaron similares a los datos obtenidos durante la LB, y el comportamiento de sus datos guarda relación con los dos trimestres anteriores evidenciando el fin de la época lluviosa.



No se observaron cambios significativos entre las estaciones SW1 y SW2.



### Dispersión y comparación de metales detectados SW1-SW2





Riachuelo Quivichil y río Cuilco

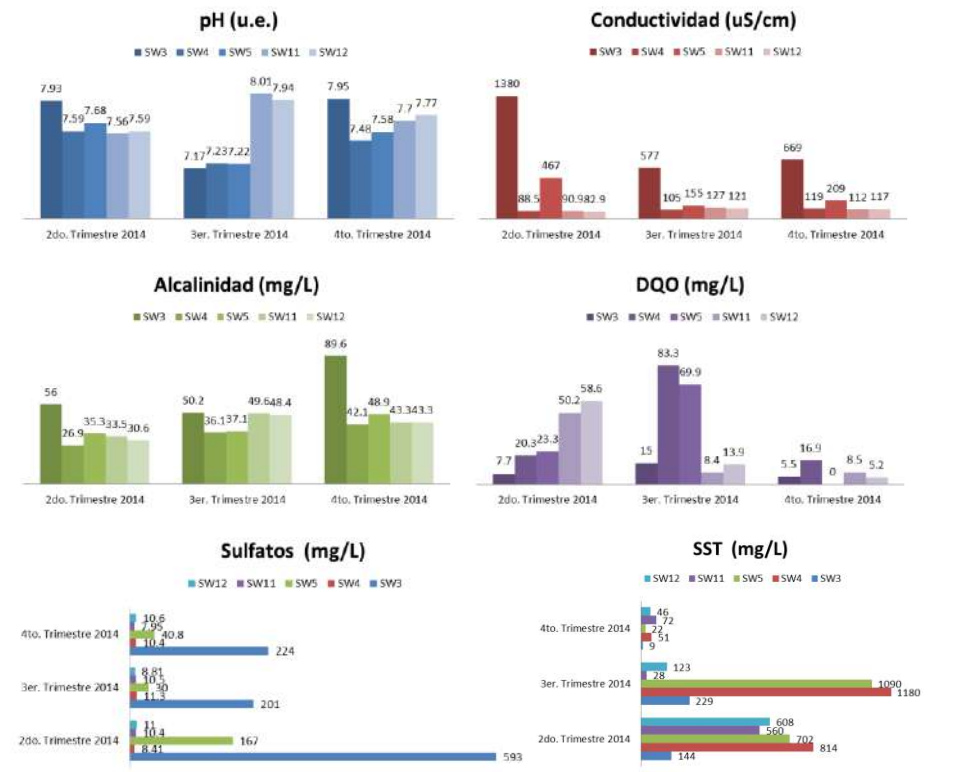
En tabla 13 se muestran los resultados de calidad de agua para las estaciones SW3, SW4, y SW5, se adjuntan como comparación la estación SW11 y SW12 (río Cuilco antes y después de confluencia con el río Tzalá). Todos los parámetros evaluados son similares a los valores encontrados de la línea base y a los trimestres anteriores así como el término de la época lluviosa.

Riachuelo Quivichil

Las condiciones de la quebrada Quivichil se mantienen en relación a la calidad de agua de los trimestres anteriores. Los parámetros que han disminuido son los sólidos suspendidos y sulfatos. Estos parámetros son evaluados constantemente y mediante estudios y monitoreos de peces y macroinvertebrados en la cuenca del riachuelo Quivichil, se llevan controles para que el hábitat de la quebrada permanezca inalterado.

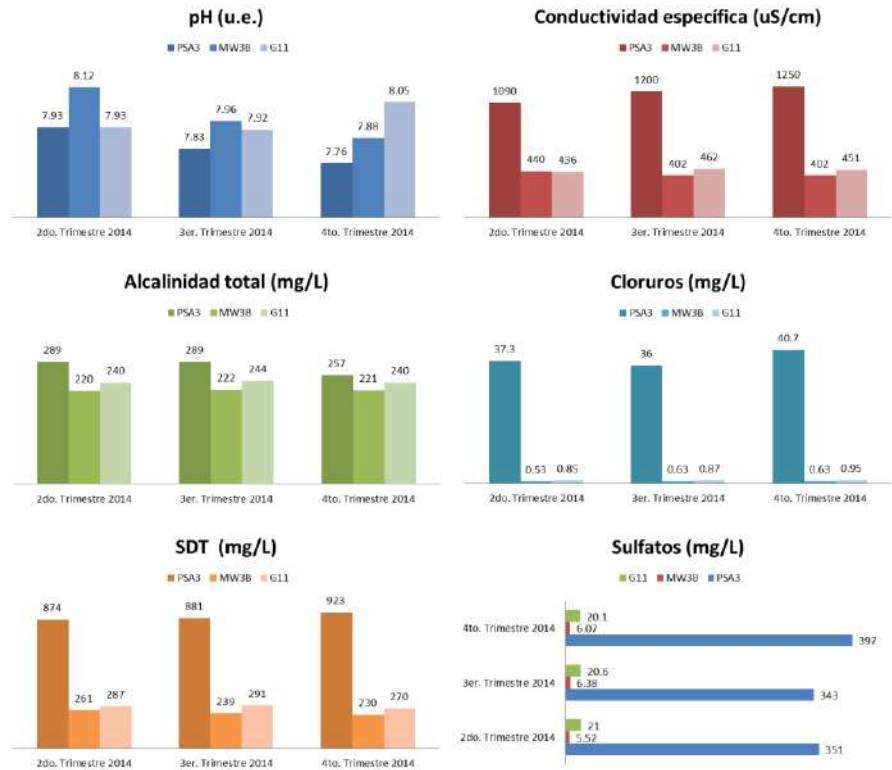
Río Cuilco

No se observan cambios significativos, ni presencia de metales pesados, cianuros, grasas, aceites. No se observan cambios significativos respecto a trimestres anteriores y línea base solamente cambios estacionales producidos por la época de lluvia que termina. Además se evidencia la influencia de las descargas urbanas de los cascos de Sipacapa, Tejutla y otros poblados.



**Agua subterránea**

La calidad del agua subterránea para las estaciones de muestreo, todos los parámetros evaluados marcan una relación homogénea en función a los trimestres anteriores. En los gráficos siguientes se muestran las tendencias de algunos parámetros indicadores, no se observaron variaciones significativas, solamente cambios y diferencias respecto de las unidades hidrogeológicas del área.



Represa de Colas

**Descargas**

En la tabla 10 se presentan los resultados de la descarga de la planta de tratamiento de aguas industriales de Mina Marlin y por el sistema spillway. La estación de monitoreo D7SP muestra que todos los parámetros se encuentran en cumplimiento con los límites establecidos por el Reglamento de Descarga del Ministerio de Ambiente (Etapa 1) y con los límites de descarga para efluentes Mineros del Banco Mundial. El flujo de descarga fue de 100 m3/hora.

Tabla 10: Resultados de descargas

Muestra				D7SP
Mes				Nov
Fecha				11/08/2014
Laboratorio	Unidades	Estándares del IFC	Estándares del MARN	SVL
Número de Reporte de Laboratorio				W4K0232-04
pH – lab	u.e.	06-09	06-09	8.2
Temp del campo	°C	+/- 3°C		23.53
Cianuro Total	mg/l	1	3	0.063
Cianuro WAD	mg/l	0.5		<0.01
Cianuro Libre	mg/l	0.1		<0.01
Nitrógeno Total	mg/l		100	19.7
TKN	mg/l			8.5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	50	600	<5
Sólidos Totales @ 105°C	mg/l			1800
Hidrocarburos totales	mg/l			<1
Grasas y Aceites	mg/l	10	100	<0.5
DQO	mg/l	150		14
Arsénico Total	mg/l	0.1	0.5	0.0199
Cadmio Total	mg/l	0.05	0.4	<0.0002
Cobre Total	mg/l	0.3	4	<0.01
Cromo Total	mg/l	0.1	0.5	<0.006
Fósforo Total	mg/l		10	<0.05
Hierro Total	mg/l	2		<0.06
Mercurio Total	mg/l	0.002	0.1	<0.0002
Níquel Total	mg/l	0.5	4	<0.01
Plomo Total	mg/l	0.2	1	<0.0075
Zinc Total	mg/l	0.5	10	<0.01
Cromo Hexavalente Cr (VI)	mg/L		0.5	N.D.
Materia Flotante	---		ausente	ausente
DBO	mg/L		100	<10
Color Aparente	UC HZ equiv. Unid. Pt-Co			<1
Color Real	UC HZ equiv. Unid. Pt-Co		1300	<1
Coliformes Fecales	NMP/100mL		< 1x10 <sup>6</sup>	23



Proceso de muestreo compuesto

**Fuente:** Departamento de Ambiente Mina Marlin 2014.  
Ecosistemas reporte 2107-14

### Volúmenes de descarga

Los volúmenes de descarga durante los meses de octubre, noviembre y diciembre son los siguientes,

Tabla 11: Volúmenes de descarga

	Unidades	Volumen
Planta de Tratamiento		202,752
	m3	
Represa de colas (Spillway)		152,177

Tabla 12: Resultados de calidad de agua río Tzalá

Estación Trimestre Fecha de muestreo Mes Laboratorio Número de Reporte de Laboratorio	SW1						SW1-2						SW2														
	2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014		2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014		2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014										
	05/24/2014		08/10/2014		11/25/2014		05/24/2014		08/14/2014		11/25/2014		05/24/2014		08/09/2014		11/25/2014										
	May		Ago		Nov		May		Ago		Nov		May		Ago		Nov										
SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL											
W4E0566-01		W4H0264-02		W4L0003-01		W4E0566-02		W4H0399-09		W4L0003-03		W4E0566-03		W4H0264-02		W4L0003-02											
												LB														LB	
												Max	Min													Max	Min
pH del campo	7.82	7.96	7.38	8.15	6.63	7.86	7.55	7.56	8.1	6.63	7.99	7.8	6.82	8.4	6.63												
pH – lab	7.47	7.52	7.36	7.4	7.3	7.54	7.58	7.38	NA	NA	7.58	7.76	7.4	7.8	7.3												
Temp del campo	22.3	17.82	16.43	26.3	11.3	20.04	21.94	14.24	26.3	14.6	17.25	18.85	13.6	26.8	11.3												
Conductividad del campo	121.2	123.9	129.9	445	123	115.8	133.9	132.4	703	125	103.9	132.6	132.8	450	123												
Conductividad - lab @ 25°C	107	132	117	187	133	112	133	129	NA	NA	109	139	129	178	133												
Oxígeno Disuelto del campo	7.46	7.78	8.15	8.02	3.88	7.8	7.17	8.71	8.93	4.22	8.43	7.81	8.92	8.2	3.88												
Alcalinidad Total	26.4	30.4	28.6	134	14	25.6	29.7	29	164	14	28	37	32.6	148	14												
Bicarbonato como CaCO3	26.4	30.4	28.6	52.5	14	25.6	29.7	29	61.7	14	28	37	32.6	70	14												
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND												
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND												
Amonio	0.031	<0.03	<0.03	0.307	0.103	0.105	<0.03	0.046	0.103	0.103	<0.03	<0.03	<0.03	0.06	0.103												
Cloruros	2.6	2.03	1.47	20.6	0.818	2.9	1.6	1.65	20.6	0.818	2.91	1.3	1.63	41	0.818												
Fluoruros	0.12	0.15	0.12	0.41	0.41	0.12	<0.1	0.13	0.45	0.41	0.14	0.17	0.13	0.38	0.38												
Cianuro Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND												
Cianuro WAD	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND												
Cianuro Libre	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND												
Nitrógeno Total	<0.5	0.569	0.506	1.2	1.2	<0.5	<0.5	0.515	1.2	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	1.7	1.2												
TKN	<0.5	<0.5	<0.5	8	1.7	<0.5	<0.5	<0.5	3.4	3.4	0.57	<0.5	<0.5	3	8												
Nitritos/Nitratos como N	0.463	0.298	0.401	0.319	0.319	0.462	0.234	0.347	ND	ND	0.378	0.242	0.35	0.319	0.319												
Sulfatos	29.2	42.8	31.6	118	13	29.2	32	31.2	118	32.8	25.2	29.9	29.5	126	13												
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND												
Sólidos Disueltos Totales @ 180°C	197	139	115	875	129	179	143	122	875	150	183	137	124	1208	129												
Sólidos Suspendidos Totales	184	83	20	165	10	259	252	20	165	14.8	316	9	23	874	12.4												
Sólidos Totales @ 105°C	354	235	149	909	98	448	407	154	909	160	527	150	159	256	98												
Hidrocarburos totales	<1	1.4	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	1.2	<1	ND	ND												
Grasas y Aceites	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND												
DQO	15.8	10.4	<5	46	12	20.1	10.7	<5	46	12	17.8	13.9	<5	80	12												
Aluminio Disuelto	0.181	0.084	0.182	9.63	ND	<0.08	<0.08	0.173	9.63	0.22	<0.08	<0.08	0.1	7.71	0.22												
Aluminio Total	21.6	9.23	2.59	18.8	ND	25.5	20.6	2.5	18.8	0.538	31.6	1.45	2.56	20.8	0.489												
Antimonio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND												
Antimonio Total	<0.003	<0.003	<0.003	0.012	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.032	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.012	ND												
Arsénico Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND												
Arsénico Total	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND												
Bario Disuelto	0.044	0.036	0.0346	0.178	0.019	0.0417	0.0362	0.0367	0.178	0.019	0.0405	0.0395	0.0363	0.144	0.019												
Bario Total	0.176	0.0905	0.0514	0.253	0.02	0.196	0.164	0.0533	0.253	0.02	0.23	0.0478	0.0553	0.29	0.02												
Berillio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND												
Berillio Total	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	0.009	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND												
Boro Disuelto	<0.04	<0.04	<0.04	0.299	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.299	0.007	<0.04	<0.04	<0.04	0.108	0.007												
Boro Total	<0.04	<0.04	<0.04	0.267	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.354	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.101	0.011												
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND												
Cadmio Total	0.0002	0.0002	<0.0002	ND	ND	0.00022	0.00024	<0.0002	ND	ND	0.00024	<0.0002	<0.0002	ND	ND												
Calcio Disuelto	11.1	13.9	13	39.1	5.8	10.9	13.2	13.3	31.3	5.8	10.5	15.1	13.6	33.7	5.8												
Calcio Total	14.4	14.5	13.5	46.1	6.11	15.3	17	14.1	49.2	6.11	15.3	14.3	14.3	44.5	6.11												
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND												

Estación Trimestre Fecha de muestreo Mes Laboratorio Número de Reporte de Laboratorio	SW1						SW1-2						SW2					
	2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014		2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014		2do. Trimestre 2014		3er. Trimestre 2014		4to. Trimestre 2014	
	05/24/2014		08/10/2014		11/25/2014		05/24/2014		08/14/2014		11/25/2014		05/24/2014		08/09/2014		11/25/2014	
	May		Ago		Nov		May		Ago		Nov		May		Ago		Nov	
SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		SVL		
W4E0566-01		W4H0264-02		W4L0003-01		W4E0566-02		W4H0399-09		W4L0003-03		W4E0566-03		W4H0264-02		W4L0003-02		
LB						LB						LB						
Max						Max						Max						
Min						Min						Min						
Cobalto Total	0.0061	<0.006	<0.006	0.014	ND	0.0063	<0.006	<0.006	0.011	ND	0.0064	<0.006	<0.006	0.012	ND			
Cobre Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND			
Cobre Total	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.008	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.008	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	0.008			
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND			
Cromo Total	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND			
Estroncio Disuelto	0.0962	0.117	0.114	0.309	ND	0.095	0.113	0.117	0.317	ND	0.0921	0.128	0.122	0.269	ND			
Estroncio Total	0.141	0.134	0.119	0.337	ND	0.149	0.16	0.124	0.354	ND	0.152	0.129	0.129	0.399	ND			
Fósforo Total	0.187	0.07	<0.05	0.459	ND	0.217	0.148	<0.05	0.158	ND	0.276	<0.05	<0.05	0.3	ND			
Hierro Disuelto	0.085	<0.06	0.067	4.87	0.256	<0.06	<0.06	0.088	4.87	0.189	<0.06	0.075	<0.06	4.24	0.244			
Hierro Total	11.9	4.72	1.51	9.58	0.326	14.5	11.9	1.43	9.58	0.422	17.3	0.875	1.44	11.5	0.288			
Litio Disuelto	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND			
Litio Total	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND			
Magnesio Disuelto	2.31	2.6	2.77	4.9	1.21	2.34	2.56	2.88	5.11	1.21	2.28	3	2.95	5.97	1.21			
Magnesio Total	3.86	3.19	2.91	8.69	1.26	4.24	4.54	3.05	9.48	1.26	4.5	3.02	3.19	9.19	1.26			
Manganeso Disuelto	0.0603	0.0628	0.0957	0.333	0.016	0.0393	0.0324	0.0879	0.333	0.013	0.0233	0.0348	0.0578	0.267	0.013			
Manganeso Total	0.299	0.17	0.131	0.533	0.017	0.301	0.289	0.123	0.578	0.017	0.33	0.0587	0.0934	0.594	0.017			
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0056	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0006	0.0003			
Mercurio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.467	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.233	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.289	ND			
Molibdeno Disuelto	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND			
Molibdeno Total	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND			
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND			
Níquel Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND			
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND			
Plata Total	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.048	ND			
Plomo Disuelto	<0.0075	<0.0075	<0.0075	0.02	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND			
Plomo Total	<0.0075	<0.0075	<0.0075	0.022	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND			
Potasio Disuelto	3.25	3.22	2.72	5.28	0.96	3.18	3.15	2.68	3.99	0.96	3.04	2.94	2.75	6.17	0.96			
Potasio Total	4.38	3.56	2.83	59.9	1.02	4.58	4.24	2.82	59.9	1.02	4.44	2.84	2.87	23.5	1.02			
Selenio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND			
Selenio Total	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND			
Silicio Disuelto	34.8	35.4	36.9	21.3	2.68	34.1	34.1	37.2	21.3	2.68	33.6	40.1	37.5	23.2	2.12			
Silicio Total	99.9	64.1	46.8	43.6	6.34	110	92.8	47.7	43.6	6.34	123	45.3	48.9	37.9	6.34			
Sodio Disuelto	5.65	6.29	6.02	11.6	1.67	5.77	6.11	6.09	8.6	1.63	5.75	6.55	6.28	418	1.67			
Sodio Total	6.12	6.14	5.97	11.8	1.79	6.4	6.77	6.12	12.1	1.79	6.42	6.07	6.32	409	1.79			
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND			
Talio Total	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND			
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	0.256	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.256	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.233	ND			
Titanio Total	0.513	0.237	0.0664	0.511	ND	0.574	0.447	0.0653	0.511	ND	0.667	0.0369	0.0674	0.522	ND			
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND			
Vanadio Total	0.0289	0.012	<0.005	0.023	ND	0.0342	0.0296	<0.005	0.023	ND	0.0406	<0.005	<0.005	0.031	ND			
Zinc Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	0.053	ND	<0.01	0.0108	<0.01	0.053	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.047	ND			
Zinc Total	0.0306	0.0162	<0.01	0.059	ND	0.035	0.0289	<0.01	0.062	ND	0.0419	<0.01	<0.01	0.056	ND			

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diesel, hexanos, y aceites.

<sup>1</sup>Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

LB<sup>2</sup>:: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Minc Marlín- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2014.

Tabla 13: Resultados de calidad de agua Riachuelo Quivichil y río Cuilco

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12			
	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB			
Trimestre	06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014	Max	Min	06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014	Max	Min	06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014	Max	Min	05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014	05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014	
Fecha de muestreo																						
Mes	Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			May	Ago	Nov	May	Ago	Nov	
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	
Número de Reporte de Laboratorio	W4F0148-01	W4I0024-02	W4K0232-03			W4F0148-02	W4I0024-03	W4K0232-02			W4F0148-03	W4I0024-04	W4K0232-01			W4E0566-04	W4H0492-01	W4K0265-01	W4E0566-05	W4H0492-02	W4K0265-02	
pH del campo	8.02	8.05	8.27	8.85	6.77	7.98	7.61	7.72	8.48	6.77	7.75	7.83	7.79			7.71	8.15	7.86	7.53	7.75	8.08	
pH – lab	7.93	7.17	7.95	8.21	7.61	7.59	7.23	7.48	7.59	7.22	7.68	7.22	7.58	7.55	7.19	7.56	8.01	7.7	7.59	7.94	7.77	
Temp del campo	18.91	22.07	19.55	30.8	18.2	16.75	21.63	18.16	22.9	18.8	17.12	21.59	17.39	23.2	17.6	19.23	22.81	20.43	18.92	21.14	21.46	
Conductividad del campo	1504	607.7	726.9	588	110	95	107	127.1	193	78	448	156.9	216.4	218	87	96.34	133.8	108.2	91.9	122.6	116.2	
Conductividad - lab @ 25°C	1380	577	669	219	119	88.5	105	119	114	92	467	155	209	121	92.5	90.9	127	112	82.9	121	117	
Oxígeno Disuelto del campo	8.32	7.92	8.14	7.64	3.25	8.76	7.53	8.54	11.5	3.42	8.57	7.64	8.67			8.5	6.55	7.71	7.4	7.53	8.09	
Alcalinidad Total	56	50.2	89.6	170	41	26.9	36.1	42.1	162	30	35.3	37.1	48.9	170	28	33.5	49.6	43.3	30.6	48.4	43.3	
Bicarbonato como CaCO3	56	50.2	89.6	170	41	26.9	36.1	42.1	87.5	30	35.3	37.1	48.9	90	28	33.5	49.6	43.3	30.6	48.4	43.3	
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	6.66	6.66	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Amonio	15.2	1.99	0.584	0.44	ND	0.11	0.087	0.048	0.13	0.13	3.64	0.214	0.111	0.61	0.61	0.042	<0.03	0.032	0.066	0.093	<0.03	
Cloruros	19.3	9.8	14	16.8	2.35	2.88	2.32	2.41	10.4	1.7	7.7	2.64	4.09	5.87	1.63	4.38	2.7	2.3	3.09	2.4	2.4	
Fluoruros	0.45	0.34	0.31	0.45	0.1	0.1	0.16	<0.1	0.47	0.47	0.17	0.14	<0.1	0.46	0.46	0.14	0.13	<0.1	0.15	0.13	<0.1	
Cianuro Total	0.049	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	0.012	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Cianuro WAD	0.014	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Cianuro Libre	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Nitrógeno Total	28.7	7.99	4.13	ND	ND	2.06	1.25	1.08	1.3	1.3	8.02	1.71	1.56	1.1	ND	0.906	1.26	1.23	0.806	1.41	1.07	
TKN	17.1	2.85	0.99	3	2.87	<2.5	<2.5	<0.5	3.6	1.26	5.67	6.46	0.79	3	1.79	1.78	<0.5	<0.5	1.92	0.55	<0.5	
Nitritos/Nitratos como N	13.3	4.47	3.88	0.2	0.2	2.05	0.741	0.881	0.401	0.401	5.26	0.952	1.33	0.295	0.295	0.837	0.829	1.01	0.721	0.87	0.877	
Sulfatos	593	201	224	97.4	8	8.41	11.3	10.4	15.8	7.7	167	30	40.8	14.7	6.9	10.4	10.5	7.95	11	8.81	10.6	
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Sólidos Disueltos	1090	420	413	587	120	170	162	147	245	95	394	194	197	395	55	280	119	135	284	120	137	
Sólidos Suspendidos	144	229	9	158	5.33	814	1180	51	1090	6.5	702	1090	22	1490	7.5	560	28	72	608	123	46	
Sólidos Totales	1290	656	548	340	170	1030	1330	205	1335	119	1130	1270	243	1808	55	832	146	228	942	251	198	
Hidrocarburos totales	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<2	<1	ND	ND	3	<3	<1	ND	ND	<5	<1	<1	<5	<1	<1	
Grasas y Aceites	<0.5	<0.5	<0.5	6.16	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
DQO	7.7	15	5.5	34	ND	20.3	83.3	16.9	239	14	23.3	69.9	<5	165	10	50.2	8.4	8.5	58.6	13.9	5.2	
Aluminio Disuelto	<0.08	0.231	<0.08	0.789	0.689	<0.08	<0.08	<0.08	2.27	2.27	<0.08	<0.08	<0.08	1.53	1.53	<0.08	<0.08	0.19	<0.08	<0.08	0.118	
Aluminio Total	18.7	21.1	3.86	32.3	ND	66.3	88.5	6.43	35	ND	52.3	91.3	6.06	44.6	0.016	71	3.62	9.87	75.5	13.3	7.92	
Antimonio Disuelto	0.0233	0.00485	0.00354	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	0.00546	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	
Antimonio Total	0.0162	0.00321	0.00336	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	0.00322	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014
Trimestre	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	2014	2014	2014
Fecha de muestreo	06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014	05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014
Mes	Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			May	Ago	Nov	May	Ago	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W4F0148-01	W4I0024-02	W4K0232-03			W4F0148-02	W4I0024-03	W4K0232-02			W4F0148-03	W4I0024-04	W4K0232-01			W4E0566-04	W4H0492-01	W4K0265-01	W4E0566-05	W4H0492-02	W4K0265-02
Arsénico Disuelto	0.0061	<0.003	0.0039	0.012	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Arsénico Total	0.007	0.0031	0.0037	0.021	ND	<0.0075	0.0051	<0.003	0.006	ND	<0.0075	0.0054	<0.003	0.006	ND	<0.0075	<0.003	<0.003	<0.0075	0.0063	<0.003
Bario Disuelto	0.115	0.14	0.123	0.218	0.005	0.0309	0.0378	0.0366	0.087	0.017	0.0989	0.0541	0.051	0.058	0.016	0.0395	0.0418	0.0388	0.0365	0.0381	0.0364
Bario Total	0.19	0.241	0.139	0.474	0.065	0.565	0.705	0.0792	0.847	0.018	0.453	0.702	0.0872	1.1	0.017	0.561	0.071	0.103	0.575	0.129	0.0931
Berillio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Berillio Total	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Boro Disuelto	1.35	0.289	0.232	0.237	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.028	ND	0.308	<0.04	0.043	0.189	ND	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Boro Total	1.39	0.259	0.236	0.454	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.099	ND	0.367	<0.04	0.043	0.232	ND	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cadmio Total	0.00023	0.00033	<0.0002	0.035	ND	0.0005	0.00075	<0.0002	ND	ND	0.00049	0.00084	<0.0002	ND	ND	0.00083	<0.0002	<0.0002	0.00085	0.00036	<0.0002
Calcio Disuelto	76.6	54.6	77.4	76.4	8	7.81	8.85	11	25.2	4.2	24	12.9	20.6	12.1	4	7.55	12.1	10.6	7.2	11.3	11.1
Calcio Total	88.7	53	77.3	115	10.4	19.8	15.7	11.2	26.8	3.6	38	20.2	20.5	28.4	4.2	11.8	12.5	10.8	12.1	13.6	11.6
Cobalto Disuelto	0.0075	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cobalto Total	0.0112	<0.006	<0.006	ND	ND	0.0163	0.0153	<0.006	ND	ND	0.0132	0.0168	<0.006	0.019	0.014	0.0137	<0.006	<0.006	0.0155	<0.006	<0.006
Cobre Disuelto	0.018	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cobre Total	0.044	<0.01	<0.01	0.017	0.008	0.027	0.036	<0.01	ND	ND	0.029	0.038	<0.01	0.037	0.007	0.031	<0.01	<0.01	0.032	<0.01	<0.01
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cromo Total	<0.006	<0.006	<0.006	0.012	0.012	0.0151	0.0138	<0.006	ND	ND	0.0104	0.0146	<0.006	0.011	0.005	0.0076	<0.006	<0.006	0.0081	<0.006	<0.006
Estroncio Disuelto	0.693	0.527	0.902	0.921	ND	0.0679	0.0808	0.0969	0.167	ND	0.218	0.12	0.207	0.123	ND	0.0683	0.108	0.0907	0.0649	0.102	0.0964
Estroncio Total	0.757	0.539	0.92	1.14	ND	0.199	0.185	0.104	0.257	ND	0.355	0.231	0.214	0.198	ND	0.13	0.111	0.0978	0.136	0.123	0.103
Fósforo Total	0.121	0.104	<0.05	0.232	ND	0.652	0.828	0.054	1	ND	0.486	0.847	0.052	0.395	ND	0.616	0.068	0.07	0.639	0.115	0.078
Hierro Disuelto	<0.06	0.105	<0.06	0.267	ND	<0.06	<0.06	<0.06	1.6	ND	<0.06	<0.06	<0.06	ND	ND	<0.06	0.066	0.205	<0.06	<0.06	0.113
Hierro Total	9.26	9.14	1.41	20.2	ND	42.3	49	2.67	23.2	ND	31.2	52.4	2.48	29.8	ND	33.8	1.71	5.01	35.9	7.65	3.78
Litio Disuelto	0.032	<0.02	0.056	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Litio Total	0.043	0.024	0.062	ND	ND	0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	0.025	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Magnesio Disuelto	6.41	8.04	12.2	15.2	2.34	1.87	2.35	3.05	4.42	1.12	3.29	2.96	4.42	3.3	1.08	2.18	3.5	3.17	2.04	3.41	3.19
Magnesio Total	8.24	9.38	12.2	25.8	3.12	7.01	6.4	3.21	7.13	1.26	7.31	7.44	4.44	6.93	1.18	4.72	3.43	3.31	4.86	3.92	3.38
Manganeso Disuelto	0.031	0.0225	0.0102	0.076	0.006	0.0417	0.0331	0.0285	0.062	0.013	0.0578	0.0522	0.0233	0.033	0.008	0.005	0.0287	0.0303	0.0045	0.0482	0.0379
Manganeso Total	0.175	0.13	0.026	0.524	0.007	0.927	1.42	0.0714	1.46	0.016	0.678	1.39	0.0625	2	0.016	0.884	0.089	0.087	0.897	0.165	0.0955
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.024	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0007	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Mercurio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0374	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0071	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno Disuelto	0.244	0.046	<0.008	0.007	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	0.054	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Molibdeno Total	0.252	0.046	0.017	0.006	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	0.063	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Níquel Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.008	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	LB		2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014
Trimestre	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	Max	Min	2014	2014	2014	2014	2014	2014
Fecha de muestreo	06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			06/04/2014	08/29/2014	11/08/2014			05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014	05/24/2014	08/17/2014	11/11/2014
Mes	Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			Jun	Ago	Nov			May	Ago	Nov	May	Ago	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W4F0148-01	W4I0024-02	W4K0232-03			W4F0148-02	W4I0024-03	W4K0232-02			W4F0148-03	W4I0024-04	W4K0232-01			W4E0566-04	W4H0492-01	W4K0265-01	W4E0566-05	W4H0492-02	W4K0265-02
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Plata Total	<0.005	<0.005	<0.005	0.116	0.116	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Plomo Disuelto	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Plomo Total	0.0149	<0.0075	<0.0075	0.014	0.003	0.0153	0.015	<0.0075	0.018	0.003	0.0136	0.0137	<0.0075	0.022	0.003	0.0093	<0.0075	<0.0075	0.0141	<0.0075	0.0088
Potasio Disuelto	13.7	6.54	6.32	30.7	1.42	2.89	3.22	2.86	51.9	1.06	5.49	3.58	3.32	3.87	1.01	3.28	3.43	2.9	3.21	3.4	3.05
Potasio Total	15.6	7.44	6.32	11.7	1.58	7.26	5.83	3	6.08	1.17	9.33	6.15	3.4	6.83	1.1	5.5	3.56	3.38	5.59	4.07	3.31
Selenio Disuelto	0.0194	0.0033	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	0.00434	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Selenio Total	0.0164	<0.005	<0.003	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.003	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.003	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.003	<0.005	<0.005	<0.003
Silicio Disuelto	33.1	26.1	43.8	27.1	3.3	35.6	35.1	44.9	22.7	2.33	34.1	34.1	44.2	21.5	2.71	33.8	47.2	47.3	33	47.1	46
Silicio Total	92.1	85.1	53.5	60.3	5.8	131	160	61.8	37.2	2.33	126	153	60.4	42.1	5.86	134	54.4	74.1	129	73.3	68.9
Sodio Disuelto	192	51.5	45.4	45.8	1.9	4.78	6.92	7.56	12.5	1.92	47.5	11	12.6	8.85	1.73	5.91	8	6.64	5.72	7.8	6.94
Sodio Total	209	50.7	45.2	85.1	2	7.4	7.9	7.68	20.8	2.17	60.9	11.7	12.3	17.2	2.09	6.38	8.03	6.61	6.52	8.23	6.82
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Talio Total	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	0.046	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.111	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.065	ND	<0.005	<0.005	0.0088	<0.005	<0.005	0.0053
Titanio Total	0.368	0.378	0.0731	0.876	ND	2.18	2.44	0.158	1.62	ND	1.62	2.54	0.144	2.34	ND	2.44	0.114	0.337	2.43	0.511	0.243
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Vanadio Total	0.0218	0.021	0.0064	0.056	ND	0.0999	0.108	0.0082	0.069	ND	0.0703	0.119	0.0075	0.087	ND	0.076	0.007	0.0207	0.0814	0.0328	0.0148
Zinc Disuelto	0.0128	<0.01	<0.01	0.044	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.027	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.0129	<0.01	<0.01
Zinc Total	0.0425	0.0207	<0.01	0.05	ND	0.113	0.1	0.0116	0.073	ND	0.0898	0.102	<0.01	0.079	ND	0.078	<0.01	0.017	0.0851	0.0174	0.0129

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diesel, hexanos, y aceites.

<sup>1</sup>Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

LB<sup>2</sup>: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Minc Marlín- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2014.



Tabla 14: Resultados de calidad de agua subterránea

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014
Fecha de muestreo	05/24/2014	08/10/2014	11/11/2014	05/17/2014	08/17/2014	11/08/2014	05/24/2014	08/15/2014	11/13/2014
Mes	May	May	Nov	May	May	Nov	May	May	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W4E0566-06	W4H0264-01	W4K0265-03	W4E0421-03	W4H0492-04	W4K0232-06	W4E0566-07	W4H0492-03	W4K0302-03
pH del campo	7.44	7.4	7.33	7.71	7.67	7.43	7.61	7.16	7.23
pH – lab	7.93	7.83	7.76	8.12	7.96	7.88	7.93	7.92	8.05
Temp del campo	29.48	24.98	23.54	23.66	24.17	23.62	22.4	22.36	21.5
Conductividad del campo	1399	1383	1360	412.5	424.8	435.1	472.3	470.6	508.1
Conductividad - lab @ 25°C	1090	1200	1250	440	402	402	436	462	451
Oxígeno Disuelto del campo	3.67	5.26	6.64	0.92	0.04	0.08	3.16	2.35	2.49
Alcalinidad Total	289	289	257	220	222	221	240	244	240
Bicarbonato como CaCO3	289	289	257	220	222	221	240	244	240
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amonio	<0.03	<0.03	<0.03	0.052	<0.03	0.043	<0.03	<0.03	<0.03
Cloruros	37.3	36	40.7	0.53	0.63	0.63	0.85	0.87	0.95
Fluoruros	0.73	0.69	0.89	0.11	<0.1	<0.1	0.3	0.25	0.28
Cianuro Total	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro WAD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro Libre	0	<0.01	0	<0.01	0	0	0	0	0
Nitrógeno Total	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
TKN	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nitritos/Nitratos como N	<0.05	<0.05	0.149	0.051	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sulfatos	351	343	397	5.52	6.38	6.07	21	20.6	20.1
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sólidos Disueltos Totales @ 180°C	874	881	923	261	239	230	287	291	270
Sólidos Suspendidos Totales	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos Totales @ 105°C	904	933	962	267	244	276	301	304	281
Hidrocarburos totales	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Grasas y Aceites	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio Disuelto	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
Antimonio Disuelto	<0.003	<0.003	0.0122	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Arsénico Disuelto	0.0677	0.0533	0.0282	0.0034	<0.003	0.0033	<0.003	<0.003	<0.003
Bario Disuelto	0.0397	0.0331	0.0406	0.389	0.429	0.409	0.126	0.138	0.127
Berilio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Boro Disuelto	0.552	0.587	0.691	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Calcio Disuelto	140	147	149	26.8	30.9	28.7	51.6	56	55.6
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014	2do. Trimestre 2014	3er. Trimestre 2014	4to. Trimestre 2014
Fecha de muestreo	05/24/2014	08/10/2014	11/11/2014	05/17/2014	08/17/2014	11/08/2014	05/24/2014	08/15/2014	11/13/2014
Mes	May	May	Nov	May	May	Nov	May	May	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W4E0566-06	W4H0264-01	W4K0265-03	W4E0421-03	W4H0492-04	W4K0232-06	W4E0566-07	W4H0492-03	W4K0302-03
Cobre Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Estroncio Disuelto	2.4	2.59	2.43	0.598	0.654	0.623	0.429	0.482	0.443
Hierro Disuelto	0.121	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Litio Disuelto	0.202	0.22	0.255	0.069	0.066	0.071	0.023	0.024	<0.02
Magnesio Disuelto	24.4	25.1	27.8	6.9	8.11	7.5	11.3	11.8	12.1
Manganeso Disuelto	0.0954	0.0951	0.0532	0.0273	0.0051	0.0204	0.0065	<0.004	0.007
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno Disuelto	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Plomo Disuelto	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Potasio Disuelto	3.06	3.33	4.32	5.74	6.34	5.95	6.39	6.79	6.59
Selenio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	0.0293	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Silicio Disuelto	40.7	43.4	41.8	26.3	28.1	28.4	36	38.9	36.7
Sodio Disuelto	87.2	94.2	103	50.7	50.9	54.2	30.2	31.7	32.3
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Zinc Disuelto	0.129	0.288	0.168	<0.01	<0.01	<0.01	0.0103	<0.01	<0.01

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diesel, hexanos, y aceites.

<sup>1</sup>Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

LB<sup>2</sup>: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2014.

## Conclusión

El Monitoreo de Mina Marlin para el Informe de Cumplimiento del 4to. Trimestre 2014, fue realizado según los requerimientos establecidos y no mostró ni se observaron datos fuera de especificación para la calidad de Aire, Ruido y Agua en los alrededores de Mina Marlin, en cumplimiento con las guías y normativas ambientales especificadas para la Mina Marlin.

## Anexos

Anexo 1 Resultados de laboratorio calidad de aire

Anexo 2 Resultados de laboratorio de calidad de agua