



# Informe de Cumplimiento Ambiental 3er. Trimestre 2016

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.

Octubre 2016

**GOLDCORP**



# Índice de Contenido

INTRODUCCIÓN .....	7
RESUMEN DE ACTIVIDADES .....	8
Calidad de Aire y Niveles de Ruido .....	21
Metodología .....	21
Estaciones de muestreo .....	21
Parámetros .....	22
Equipos .....	22
Laboratorio .....	24
Resultados y Discusión .....	24
Datos Meteorológicos .....	34
Calidad de Agua .....	36
Agua Superficial .....	36
Agua Subterránea .....	38
Descargas .....	38
Metodología .....	40
Control y aseguramiento de calidad .....	44
Caudales .....	45
Caudales agua superficial .....	45
Caudal del pozo producción .....	46
Resultados y Discusión .....	47
Toxicidad .....	52
Microtox .....	52
Conclusión .....	62
Anexos .....	63
Anexo 1 Resultados de laboratorio calidad de aire .....	63
Anexo 2 Resultados de laboratorio de calidad de agua .....	63
Anexo 3 Resultados de laboratorio de MICROTOX .....	63

## Índice de Tablas

Tabla 1. Avance trimestral mina subterránea Marlin.....	13
Tabla 2: Características de las estaciones de medición de calidad de aire .....	22
Tabla 3: Niveles de PM10 – Estaciones alrededor Mina Marlin .....	24
Tabla 4: Niveles de ruido – Estaciones alrededor Mina Marlin .....	26
Tabla 5: Datos meteorológicos .....	34
Tabla 6: Descripción de los cuerpos superficiales .....	36
Tabla 7: Estaciones de monitoreo de agua superficial y descarga .....	39
Tabla 8: Estaciones de monitoreo de agua subterránea.....	39
Tabla 9: Parámetros analizados .....	42
Tabla 10: Tiempos de retención y preservación para muestras.....	44
Tabla 11. Caudales de estaciones de monitoreo.....	46
Tabla 12: Resultados de descargas.....	51
Tabla 13: Volúmenes de descarga .....	51
Tabla 14. Resultados Microtox® .....	52
Tabla 15: Resultados de calidad de agua río Tzalá .....	54
Tabla 16: Resultados de calidad de agua Riachuelo Quivichil y río Cuilco.....	57
Tabla 17: Resultados de calidad de agua subterránea.....	60

## Índice de Planos

Plano 1. Detalle de avance NIVEL 2000 .....	13
Plano 2. Detalle de avance NIVEL 1971 .....	14
Plano 3. Detalle de avance NIVEL 1940 .....	14
Plano 4. Detalle de avance NIVEL 1890 .....	15
Plano 5. Detalle de avance NIVEL 1870 .....	15
Plano 6. Detalle de avance NIVEL 1830W .....	16
Plano 7. Detalle de avance NIVEL 1830E .....	16
Plano 8. Detalle de avance NIVEL 1815 .....	17
Plano 9. Detalle de avance NIVEL 1800 .....	17
Plano 10. Detalle de avance NIVEL 1775 .....	18
Plano 11. Detalle avance NIVEL 1770 .....	18
Plano 12. Detalle avance NIVEL 1760 .....	19
Plano 13. Detalle avance NIVEL 1725 .....	19
Plano 14. Detalle avance Rampa 6 & TELLO .....	20

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Avances de la recuperación del tajo. ....	8
Ilustración 2. Manejo adecuado de represa de colas .....	8
Ilustración 3. Represa de colas Marlin.....	9
Ilustración 4. Ingreso de transporte área de compactación Mina Marlin.....	9
Ilustración 5: Ubicación de las pacas antes de ser trasladadas. ....	10
Ilustración 6: Acomodamiento y carga del material. ....	10
Ilustración 7: Camión completamente cargado.....	11
Ilustración 8. Pesaje del material en báscula de Marlin.....	11
Ilustración 9. Tráiler llegando a instalaciones de PROVERDE. ....	12

### 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

$\mu$ S/cm: Micro-Siemens por centímetro

°C: Grados Celsius

NMP: Número más probable.

LEQ: Promedio Integrado Equivalente

dBA: Decibelios 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.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta los resultados de monitoreo obtenidos durante el 3er. trimestre (julio, agosto septiembre) del año 2016, 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 base trimestral 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.

## RESUMEN DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta un breve resumen de algunas actividades en Marlin.

En Mina Marlin, las actividades de recuperación ambiental se realizan paralelo a las operaciones, prueba de ello, este año se inició con la recuperación del tajo Marlin, sumando 8.85 hectáreas en su primera fase, la cual consiste en la estabilización del suelo con gramíneas (ver ilustración 1). En la ilustración 1 se muestra el avance durante el trimestre en la recuperación del tajo.

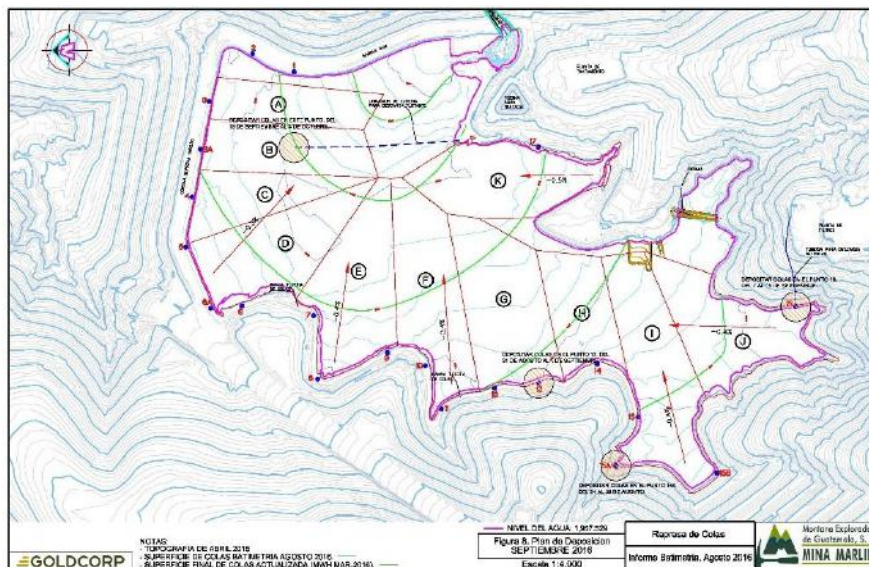
**Ilustración 1.** Avances de la recuperación del tajo.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

Así mismo el represa se han depositado las colas siguiendo el plan establecido de disposición alcanzando una fase adecuada de llenado.

**Ilustración 2.** Manejo adecuado de represa de colas



**Fuente:** Departamento de obra civil 2016, Mina Marlin.



**Ilustración 3.** Represa de colas Marlin

**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

Mina Marlin cuenta con un sistema de compactación de residuos comunes, ordinarios y reciclables, el material compactado de residuos ordinarios tiene una disposición final. De esta cuenta en el mes de septiembre de 2016 se completa el primer viaje de pacas de residuos ordinarios "basura común" de la Mina hacia las instalaciones de la planta de PROVERDE, para que disponga de estos residuos en sus hornos de alta temperatura para co-procesamiento en la producción de cemento.

**Ilustración 4.** Ingreso de transporte área de compactación Mina Marlin

**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

**Ilustración 5:** Ubicación de las pacas antes de ser trasladadas.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

**Ilustración 6:** Acomodamiento y carga del material.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

**Ilustración 7:** Camión completamente cargado.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

**Ilustración 8.** Pesaje del material en báscula de Marlin.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marlin.

**Ilustración 9.** Tráiler llegando a instalaciones de PROVERDE.



**Fuente:** Departamento de ambiente 2016, Mina Marín.

Los datos relevantes de este tratamiento son los siguientes:

- 130 Pacas de residuos sólidos ordinarios "basura común" fueron enviados a Proverde
- 10.71 toneladas Fue el peso total de los residuos enviados.

**Mina subterránea**

A continuación se presenta un resumen del avance en los frentes de trabajo Marlin durante el tercer trimestre.

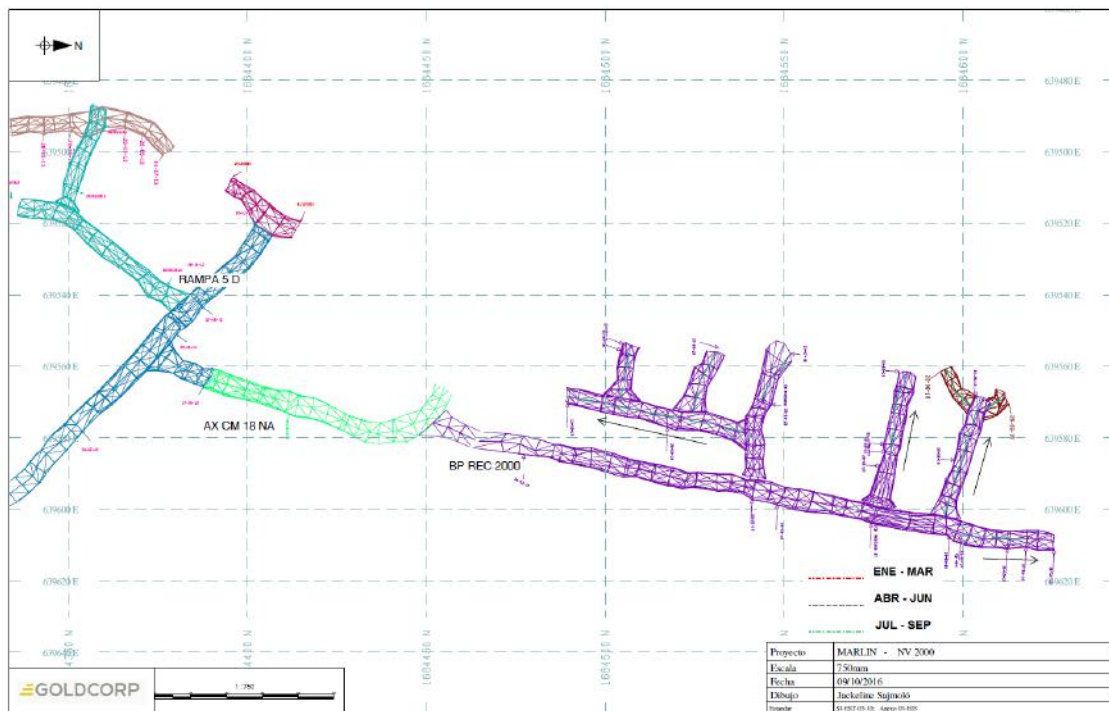
**Tabla 1.** Avance trimestral mina subterránea Marlin

METROS	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	TOTAL <sup>1</sup>
<b>METROS TOTALES</b>	748.37	610.37	532.87	1891.61
<b>SUMATORIA ACUMULADA<sup>2</sup></b>	748.37	1358.74	1891.61	

Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

A continuación se muestran planos de algunos niveles de Marlin, con el avance por trimestre.

**Plano 1.** Detalle de avance NIVEL 2000

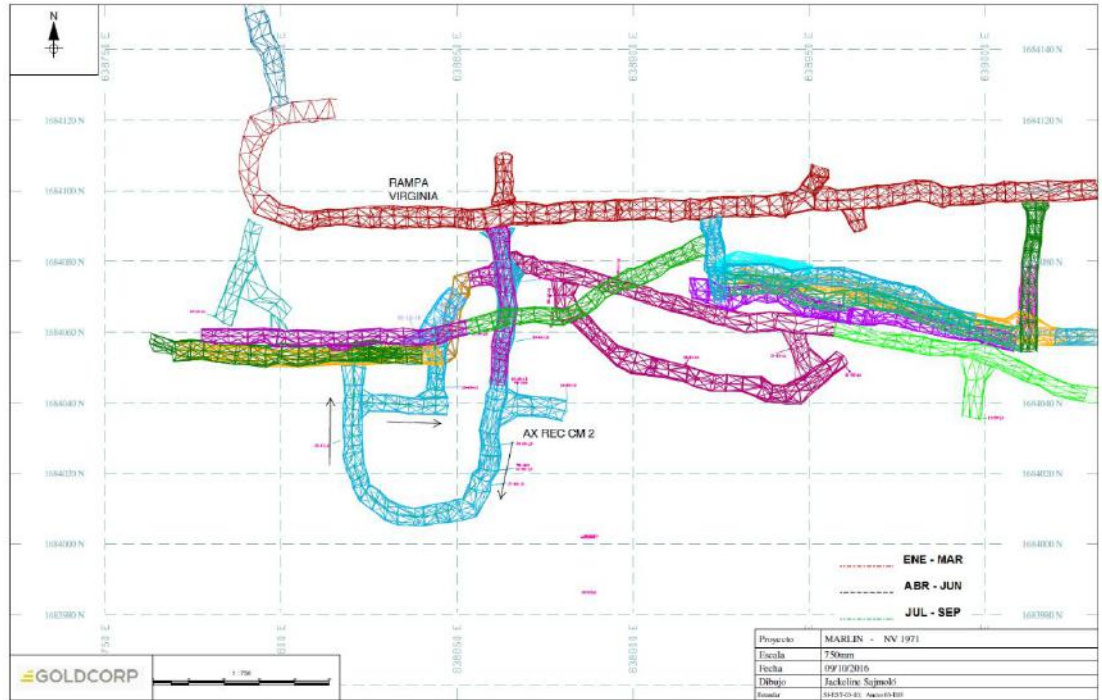


Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

<sup>1</sup> Metros totales de julio a septiembre 2016.

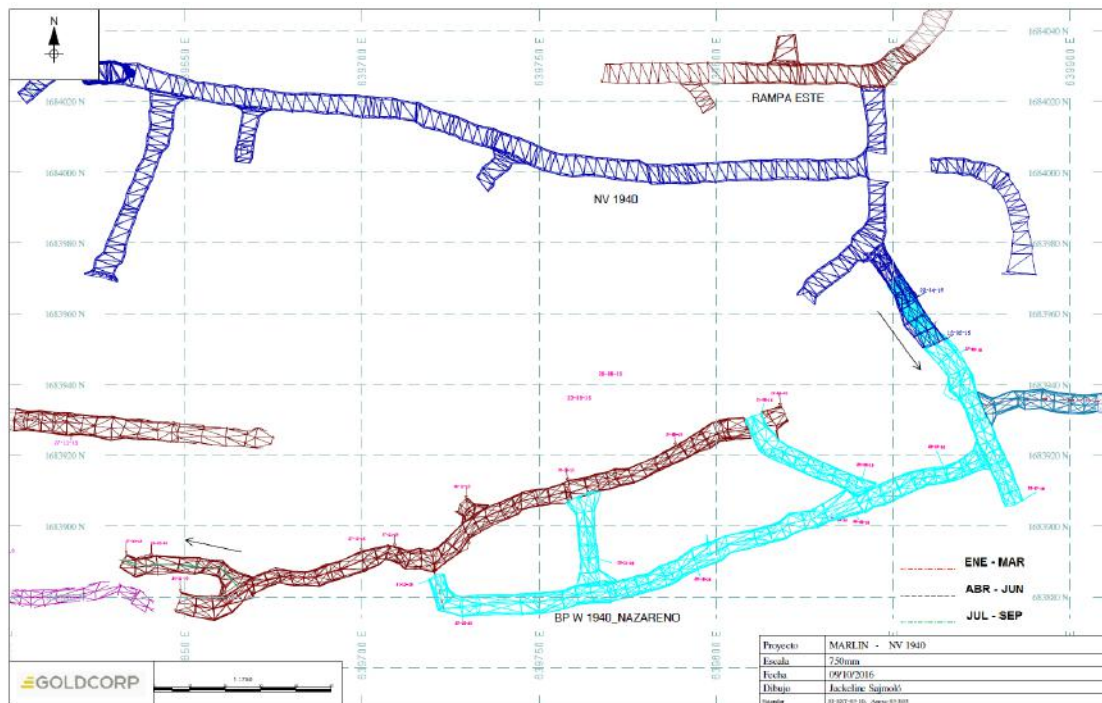
<sup>2</sup> Sumatoria mensual del trimestre

Plano 2. Detalle de avance NIVEL 1971



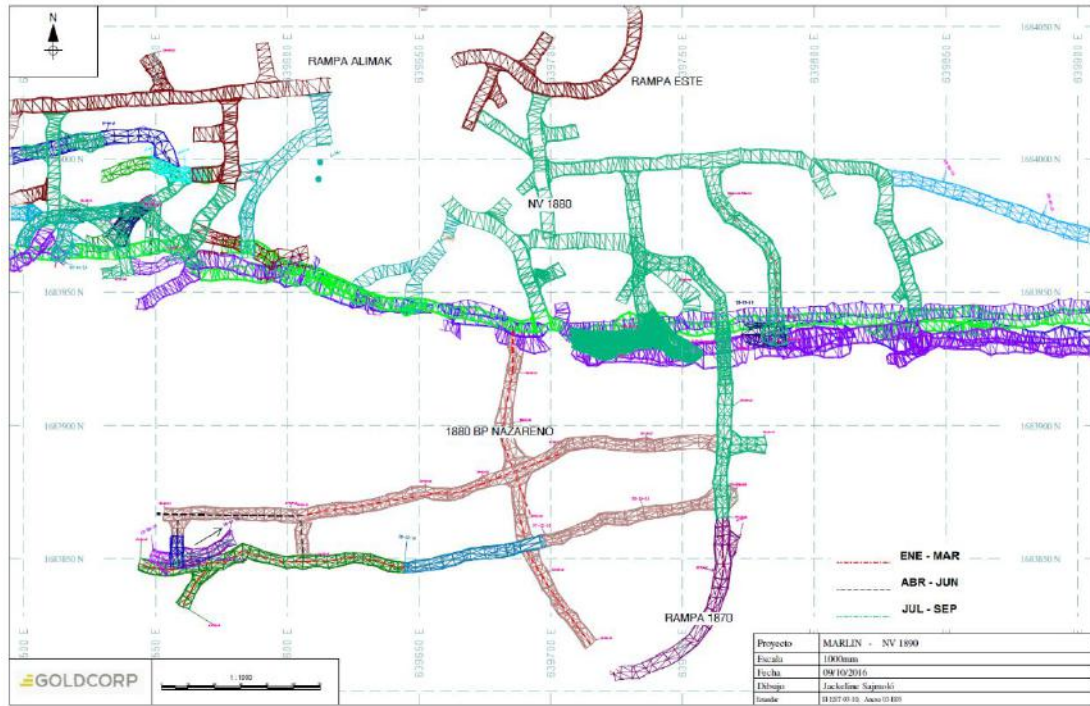
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 3. Detalle de avance NIVEL 1940



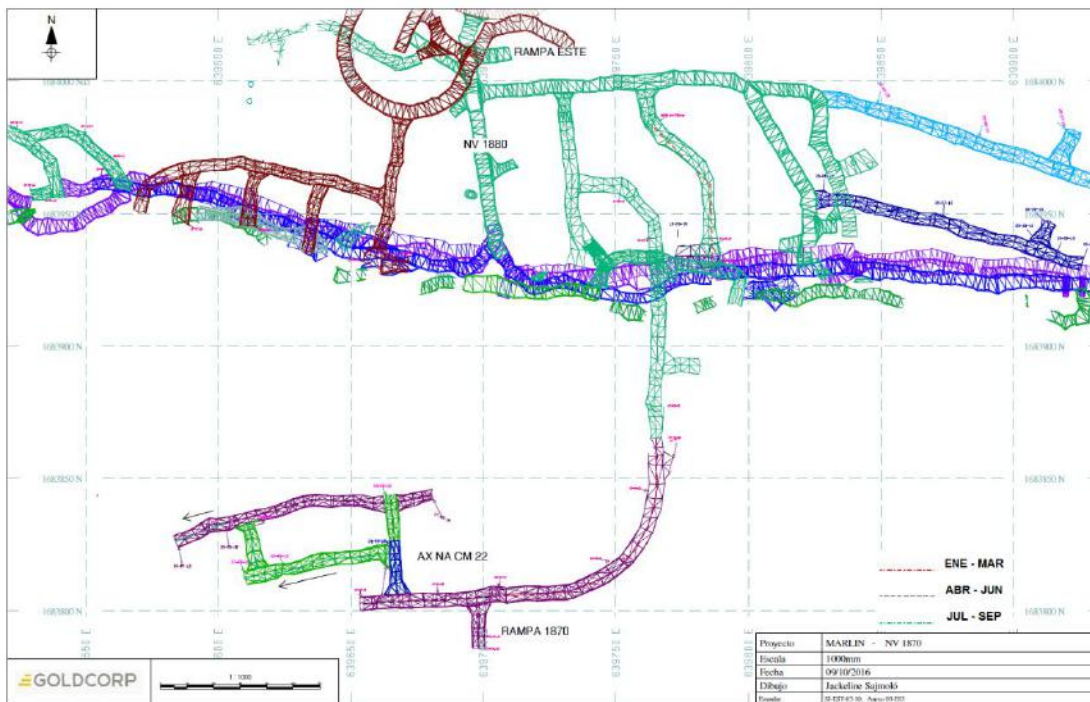
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 4. Detalle de avance NIVEL 1890



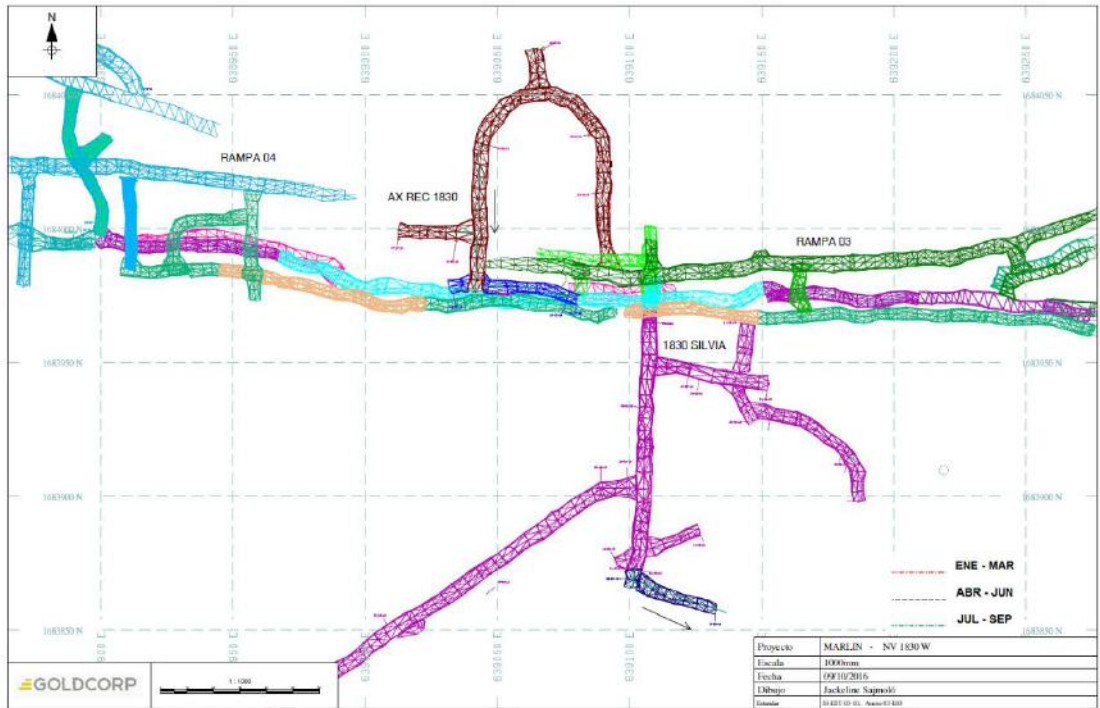
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 5. Detalle de avance NIVEL 1870



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 6. Detalle de avance NIVEL 1830W



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

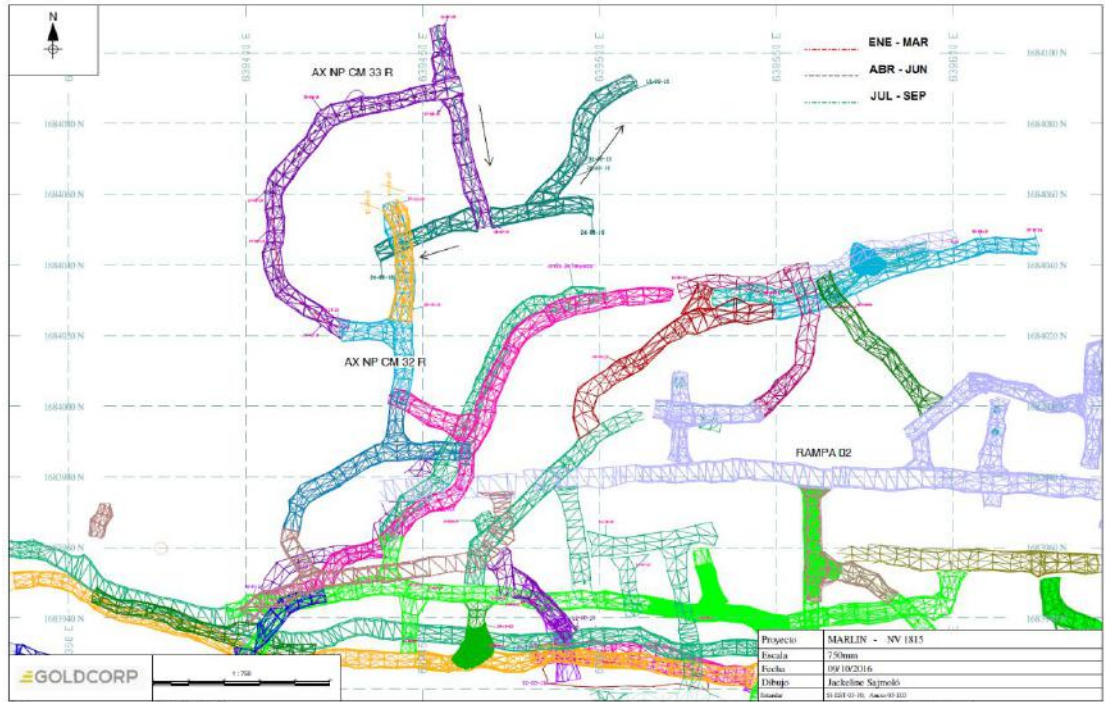
Plano 7. Detalle de avance NIVEL 1830E



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

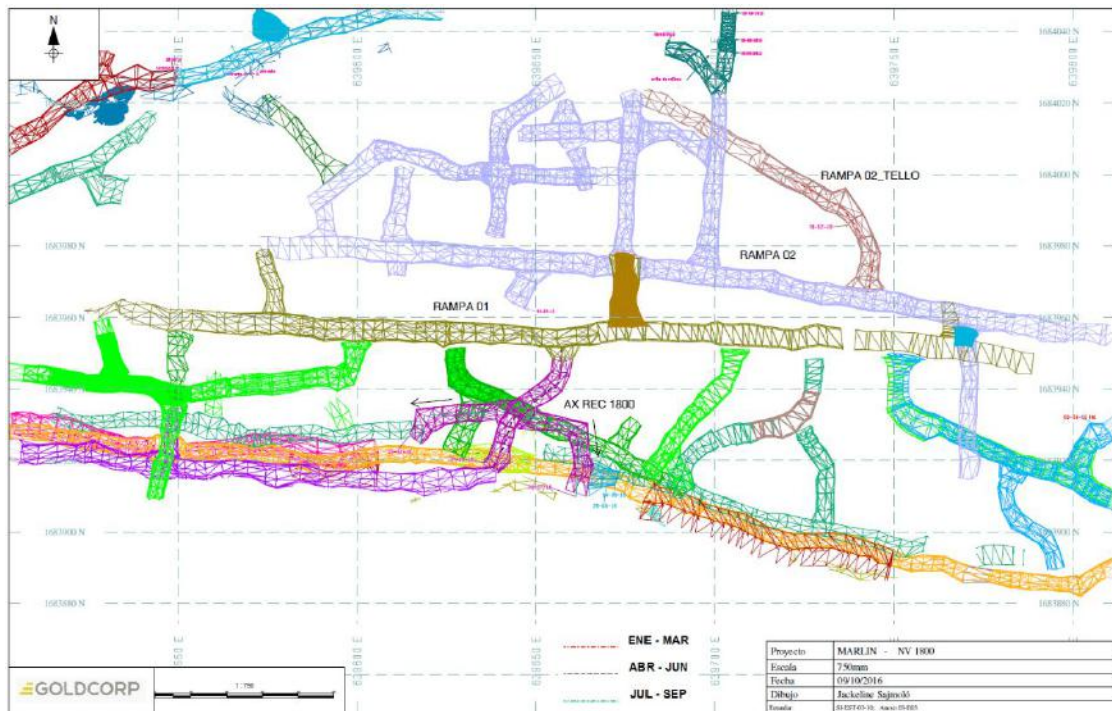


Plano 8. Detalle de avance NIVEL 1815



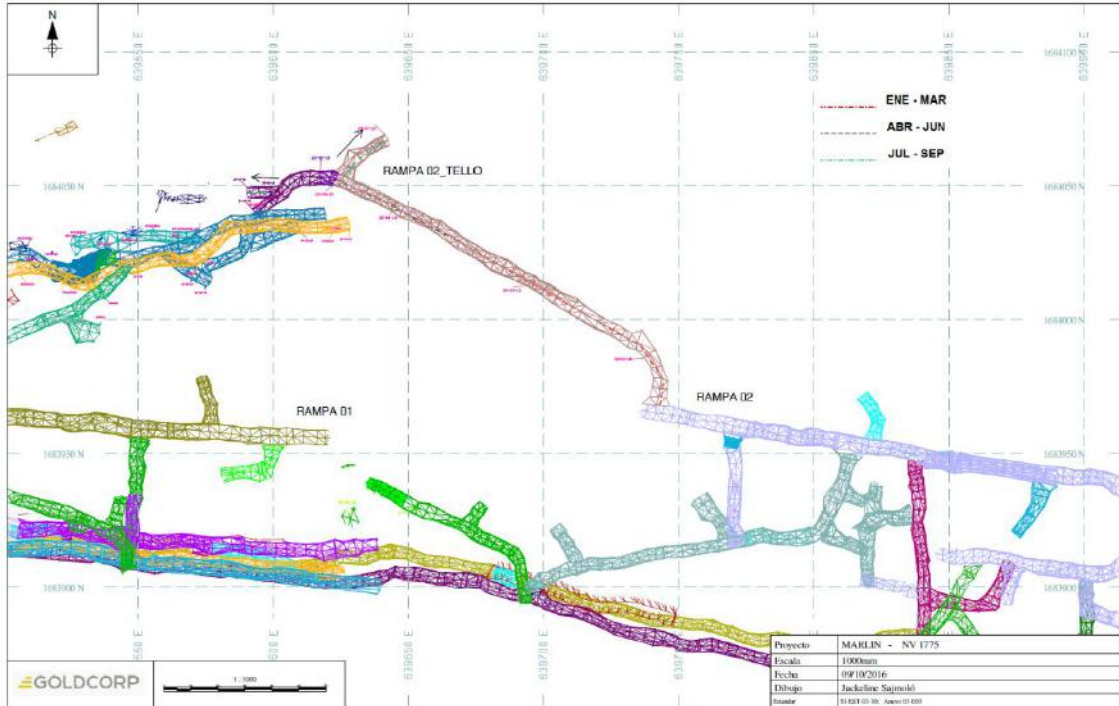
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 9. Detalle de avance NIVEL 1800



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 10. Detalle de avance NIVEL 1775



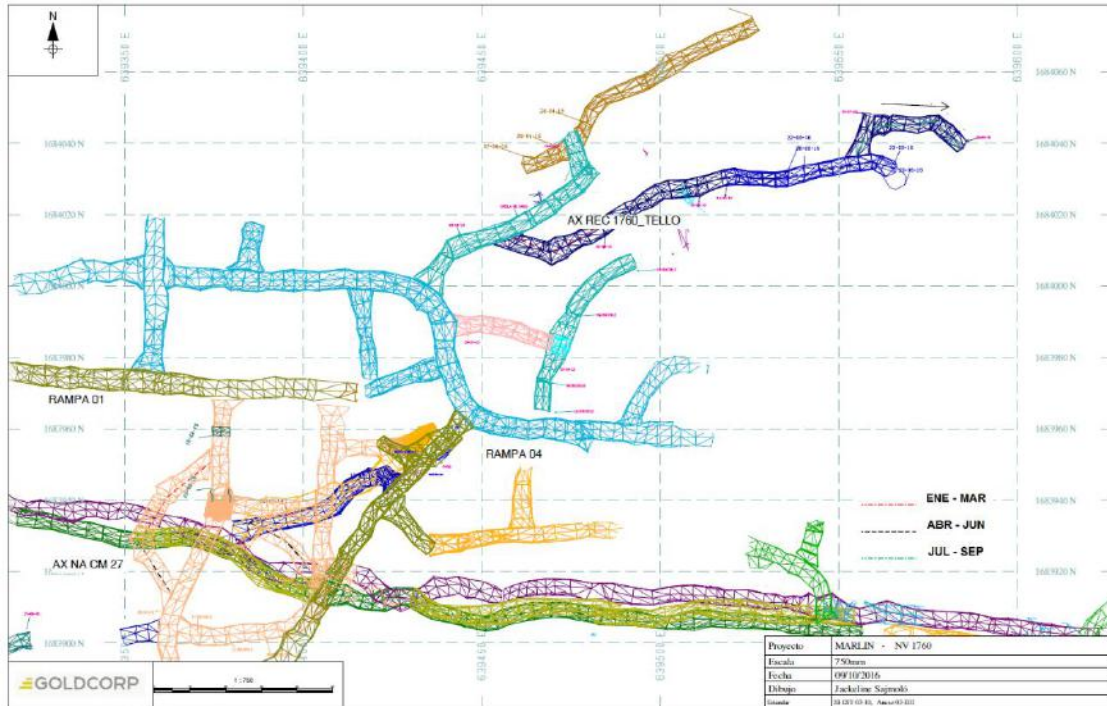
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 11. Detalle avance NIVEL 1770



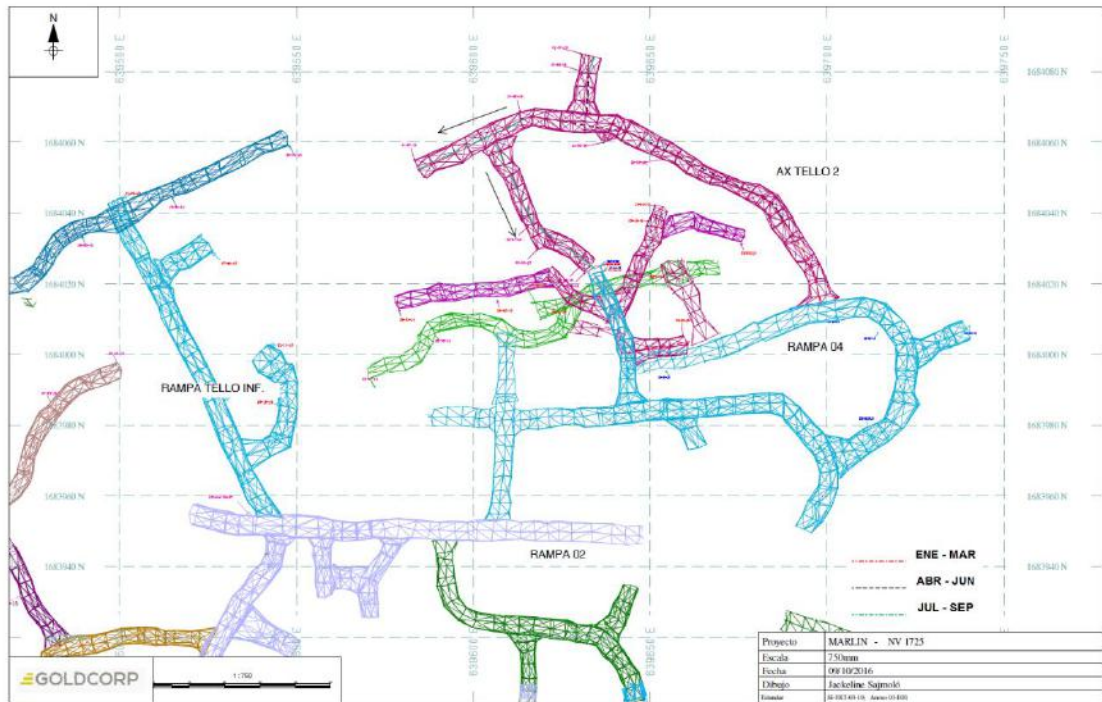
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 12. Detalle avance NIVEL 1760



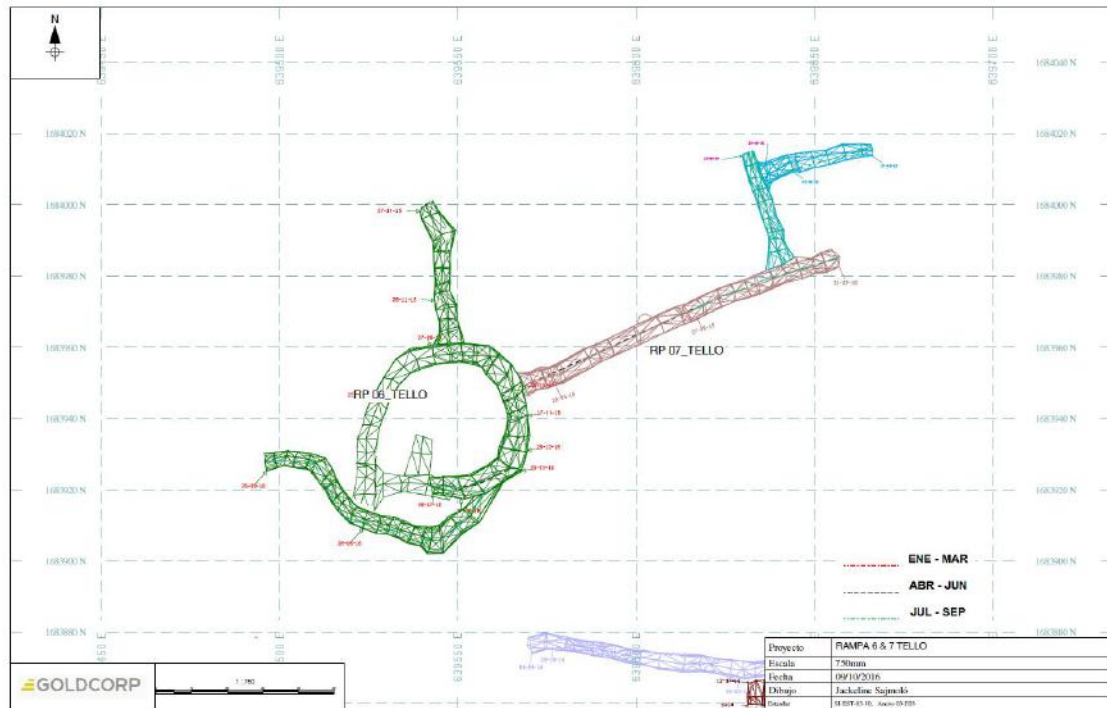
Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 13. Detalle avance NIVEL 1725



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

Plano 14. Detalle avance Rampa 6 & TELLO



Fuente: Departamento de Ingeniería, 2016.

## 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 3er. Trimestre 2016. 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 con las guías del Banco Mundial y la Línea Base. Los datos de los dos Informes anteriores (1er. Trimestre 2016 y 2do. Trimestre 2016) 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 2 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 2:** 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).

## 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.



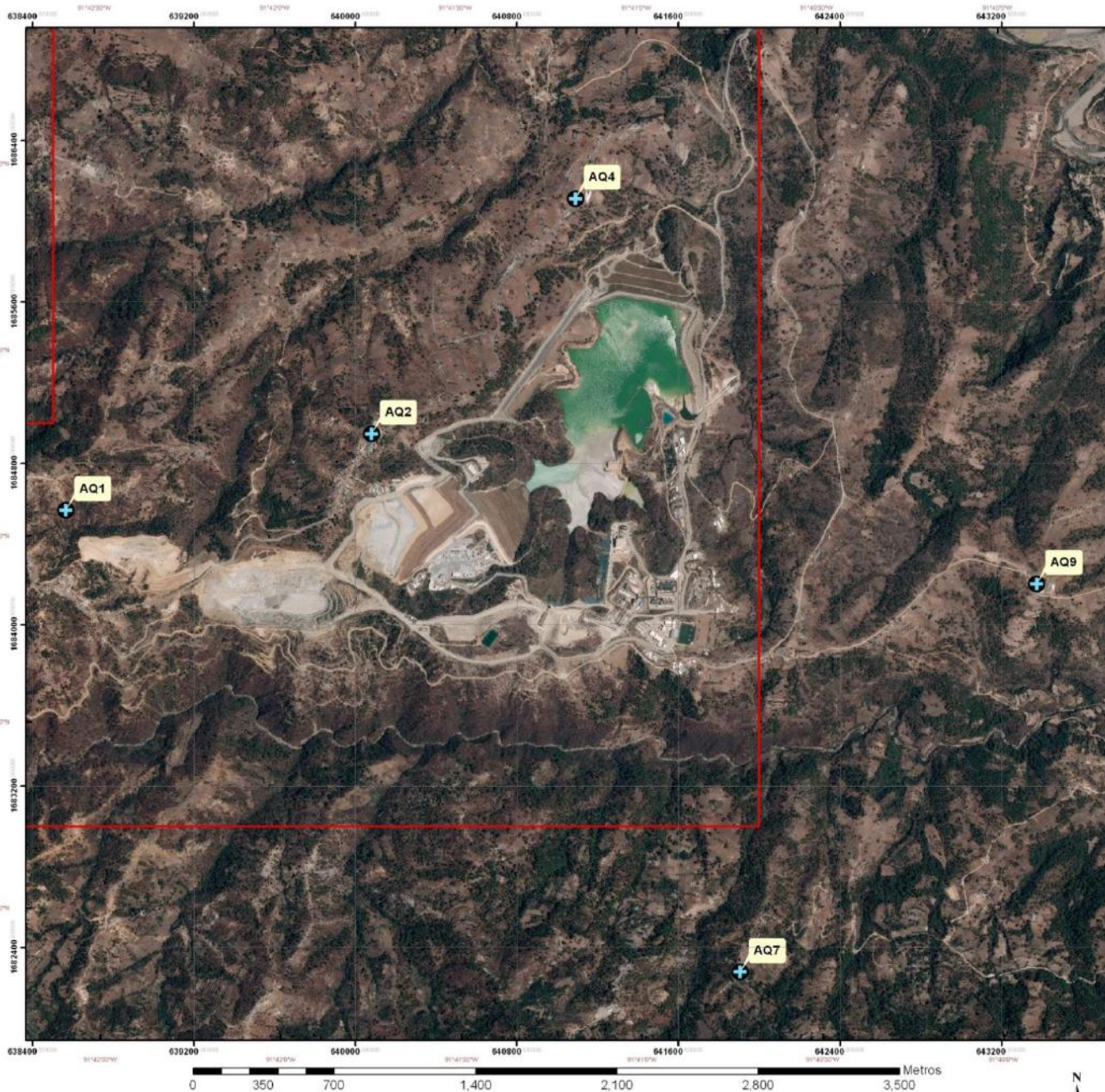
BGI PQ167 Air Sampling System. Equipo de Monitoreo PM<sub>10</sub>



Sonómetro SoundPro DL 2900 Quest Technologies

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



Departamento de Ambiente



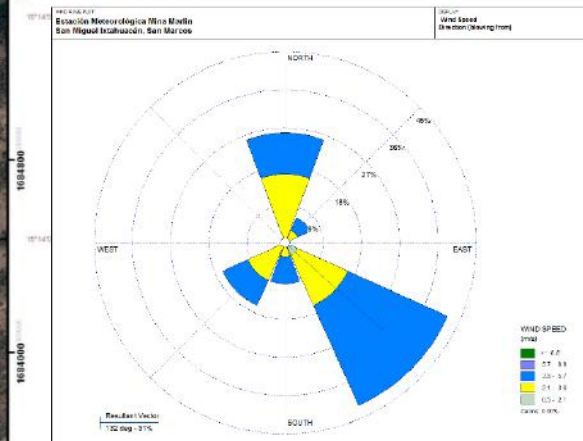
1:15,000  
1 centímetro equivale a 0.2 kilómetros



## 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 18 Norte  
Proyección: Transversal\_Mercator  
Este falso: 500000 000000  
Norte Falso: 0.000000  
Meridiano central: -93.000000  
Factor de escala: 0.999600  
Latitud de origen: 0.000000  
Fecha de realización: Ago 2014.  
Preparado por: Jose Carlos Quezada

## 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:

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

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 3 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 3:** Niveles de PM<sub>10</sub> – Estaciones alrededor Mina Marlin

Estación	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016
AQ1a	27	62	22
AQ2	32	43	11
AQ4	37	21	16
AQ7	30	11	31
AQ9	49	48	32
AQ12	68	42	21

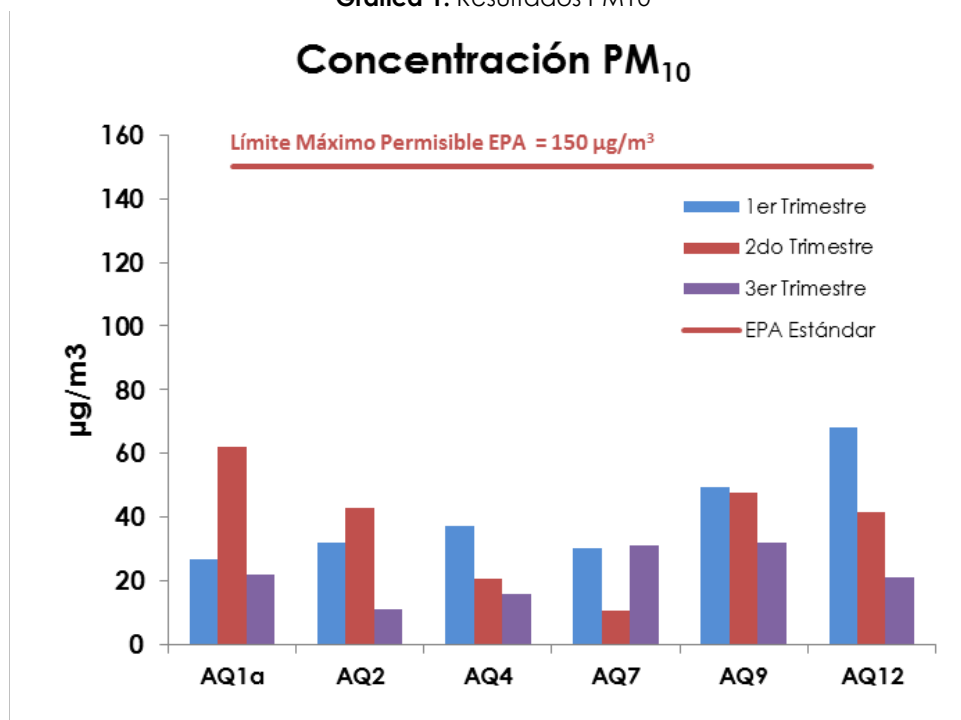
**Fuente:** Gerencia de Ambiente - Montaña Exploradora de Guatemala, S.A.



agosto 2016																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">agosto 2016</th> <th colspan="7">septiembre 2016</th> </tr> <tr> <th>do</th><th>lu</th><th>ma</th><th>mi</th><th>ju</th><th>vi</th><th>sa</th> <th>do</th><th>lu</th><th>ma</th><th>mi</th><th>ju</th><th>vi</th><th>sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> <td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</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>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></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>							agosto 2016							septiembre 2016							do	lu	ma	mi	ju	vi	sa	do	lu	ma	mi	ju	vi	sa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31										
agosto 2016							septiembre 2016																																																																					
do	lu	ma	mi	ju	vi	sa	do	lu	ma	mi	ju	vi	sa																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																																															
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																																																															
28	29	30	31																																																																									
DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO																																																																						
31 de jul.	1 de ago.	2 AQ9	3	4	5	6																																																																						
7	8 AQ7	9 AQ12	10 AQ1	11	12	13																																																																						
14	15	16 AQ2 AQ4	17	18	19	20																																																																						
21	22	23	24	25	26	27																																																																						
28	29	30	31	1 de sep.	2	3																																																																						

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

Gráfica 1. Resultados PM10



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

**Niveles de ruido**

En la tabla 4, 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 4:** Niveles de ruido – Estaciones alrededor Mina Marlin

Estación	1er trimestre 2016		2do trimestre 2016		3er trimestre 2016			Línea Base*			
	Diurno	Diurno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	24 Horas	Promedio 24 horas	Promedio Diurno	Promedio Nocturno	Máximo
<b>AQ1</b>	58.5	58.5	55.3	61.0	54.4	45.3	52.8	55.2	38	35	69.6
<b>AQ2</b>	48.5	48.5	50.4	49.3	49.9	48.5	49.4	51.8	49	56	66.6
<b>AQ4</b>	56.7	56.7	50.9	53.8	53.8	53.1	53.5	58.5	50	45	76.1
<b>AQ7</b>	53.8	53.8	54.4	44.2	55.7	46.6	54.2	55.4	50	41	61.9
<b>AQ9</b>	56.6	56.6	55.5	51.4	55.8	55.0	55.5	NA	NA	NA	NA
<b>AQ12</b>	66.6	66.6	63.7	55.7	62.2	55.2	60.8	NA	NA	NA	NA

**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.

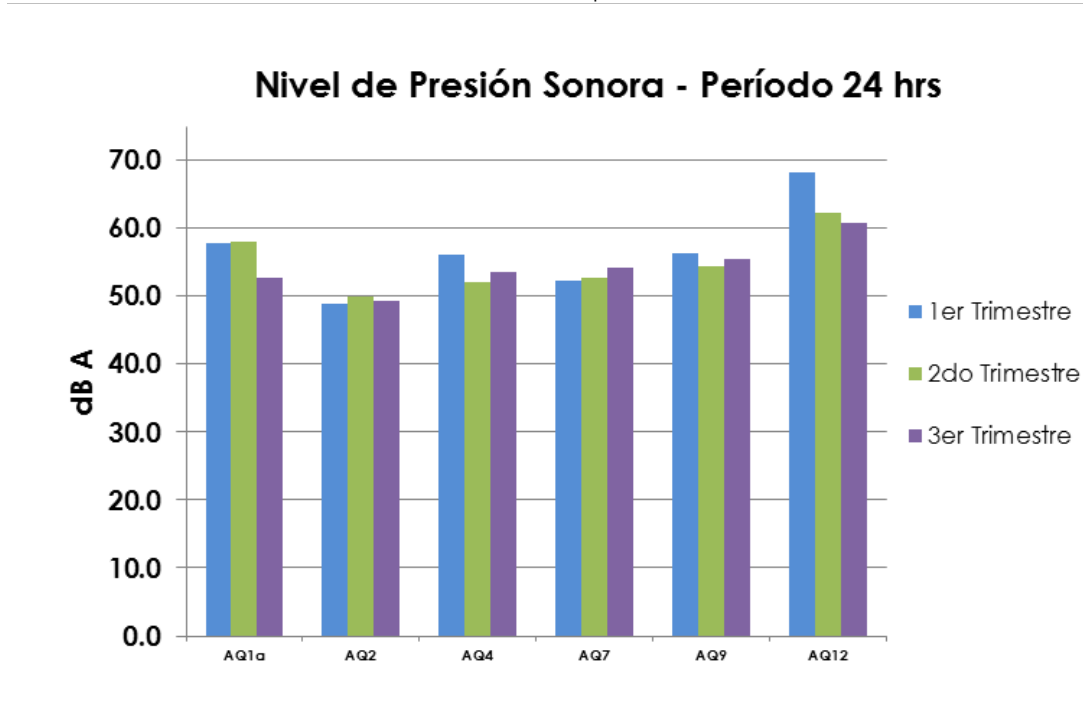
Las estaciones AQ9 y AQ12 no presentan línea base y se colocan como comparación en áreas fuera de la influencia del proyecto.

NA: No Aplica

agosto 2016																																																																																										
<table border="0" style="width:100%; text-align:center; font-size:small;"> <tr> <td colspan="7">agosto 2016</td> <td colspan="7">septiembre 2016</td> </tr> <tr> <td>do.</td><td>lu.</td><td>ma.</td><td>mi.</td><td>ju.</td><td>vi.</td><td>sáb.</td> <td>do.</td><td>lu.</td><td>ma.</td><td>mi.</td><td>ju.</td><td>vi.</td><td>sáb.</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td></td> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</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>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</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>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</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>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td> </tr> </table>							agosto 2016							septiembre 2016							do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sáb.	do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sáb.	1	2	3	4	5	6		4	5	6	7	8	9	10	7	8	9	10	11	12	13	11	12	13	14	15	16	17	14	15	16	17	18	19	20	18	19	20	21	22	23	24	21	22	23	24	25	26	27	25	26	27	28	29	30	31
agosto 2016							septiembre 2016																																																																																			
do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sáb.	do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sáb.																																																																													
1	2	3	4	5	6		4	5	6	7	8	9	10																																																																													
7	8	9	10	11	12	13	11	12	13	14	15	16	17																																																																													
14	15	16	17	18	19	20	18	19	20	21	22	23	24																																																																													
21	22	23	24	25	26	27	25	26	27	28	29	30	31																																																																													
DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO																																																																																				
31 de jul.	1 de ago.	2 <b>AQ7</b>	3	4	5	6																																																																																				
7	8 <b>AQ9</b>	9 <b>AQ12</b>	10 <b>AQ1</b>	11	12	13																																																																																				
14	15	16 <b>AQ2</b> <b>AQ4</b>	17	18	19	20																																																																																				
21	22	23	24	25	26	27																																																																																				
28	29	30	31	1 de sep.	2	3																																																																																				



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

Gráfica 2. Resultados presión sonora



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



**Información de campo**

Estación AQ1			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ1a	Sin comentarios.	
Aldea	ÁGEL		
Coordenadas (UTM)	X: 638562		
	Y: 1684671		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ100	Equipo monitoreo	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	590	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080002
Código interno inlet	5690	Código preamplificador	02093092
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	10/08/2016	Fecha del monitoreo	10/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	60	Humedad promedio (%)	60
Temperatura promedio (K)	293.3	Temperatura promedio (K)	293.3
Presión barométrica promedio (mmHg)	582.5	Presión barométrica promedio (mmHg)	582.5
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

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

Estación AQ2			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ2	Sin comentarios.	
Aldea	SAN JOSE NUEVA ESPERANZA		
Coordenadas (UTM)	X: 640077 Y: 1685050		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo.	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1238	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080003
Código interno inlet	7106	Código preamplificador	08127320
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	16/08/2016	Fecha del monitoreo	16/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	45.5	Humedad promedio (%)	45.5
Temperatura promedio (K)	301.15	Temperatura promedio (K)	301.15
Presión barométrica promedio (mmHg)	593	Presión barométrica promedio (mmHg)	593
Ubicación		Fotografía de la estación	
			



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

Estación AQ4			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ4	Sin comentarios.	
Aldea	SAN JOSE IXCANICHE		
Coordenadas (UTM)	X: 641087		
	Y: 1686216		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ100	Equipo monitoreo.	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	582	Código interno, equipo de monitoreo	BGG090002
Código interno inlet	5690	Código preamplificador	08127315
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	16/08/2016	Fecha del monitoreo	16/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	43.5	Humedad promedio (%)	43.5
Temperatura promedio (K)	300.6	Temperatura promedio (K)	300.6
Presión barométrica promedio (mmHg)	605.25	Presión barométrica promedio (mmHg)	605.25
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

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



Estación AQ7			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ7	Sin actividades que reportar en los alrededores.	
Aldea	CARRIZAL POJ		
Coordenadas (UTM)	X: 641918		
	Y: 1682175		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1240	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080002
Código interno inlet	7107	Código preamplificador	02093092
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	02/08/2016	Fecha del monitoreo	02/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	51.5	Humedad promedio (%)	51.5
Temperatura promedio (K)	296.1	Temperatura promedio (K)	296.1
Presión barométrica promedio (mmHg)	597	Presión barométrica promedio (mmHg)	597
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

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

Estación AQ9			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ9	No se observan actividades a reportar.	
Aldea	TZALEM		
Coordenadas (UTM)	X: 643374		
	Y: 1684306		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1242	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080003
Código interno inlet	7106	Código preamplificador	08127320
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	02/08/2016	Fecha del monitoreo	02/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	42.5	Humedad promedio (%)	42.5
Temperatura promedio (K)	299.2	Temperatura promedio (K)	299.2
Presión barométrica promedio (mmHg)	605	Presión barométrica promedio (mmHg)	605
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

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



Estación AQ12			
Información de la estación		Notas:	
Código Interno	AQ12	No se observan actividades a reportar.	
Aldea	CHUENA		
Coordenadas (UTM)	X: 644087		
	Y: 16888404		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presion sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo.	sonómetro (SooundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1240	Código interno, equipo de monitoreo	BGG090002
Código interno inlet	7107	Código preamplificador	08127315
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		PQ200	
Fecha del monitoreo	09/08/2016	Fecha del monitoreo	09/08/2016
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	42	Humedad promedio (%)	42
Temperatura promedio (K)	299.75	Temperatura promedio (K)	299.75
Presión barométrica promedio (mmHg)	604.5	Presión barométrica promedio (mmHg)	604.5
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

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

## 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 5 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 5:** Datos meteorológicos

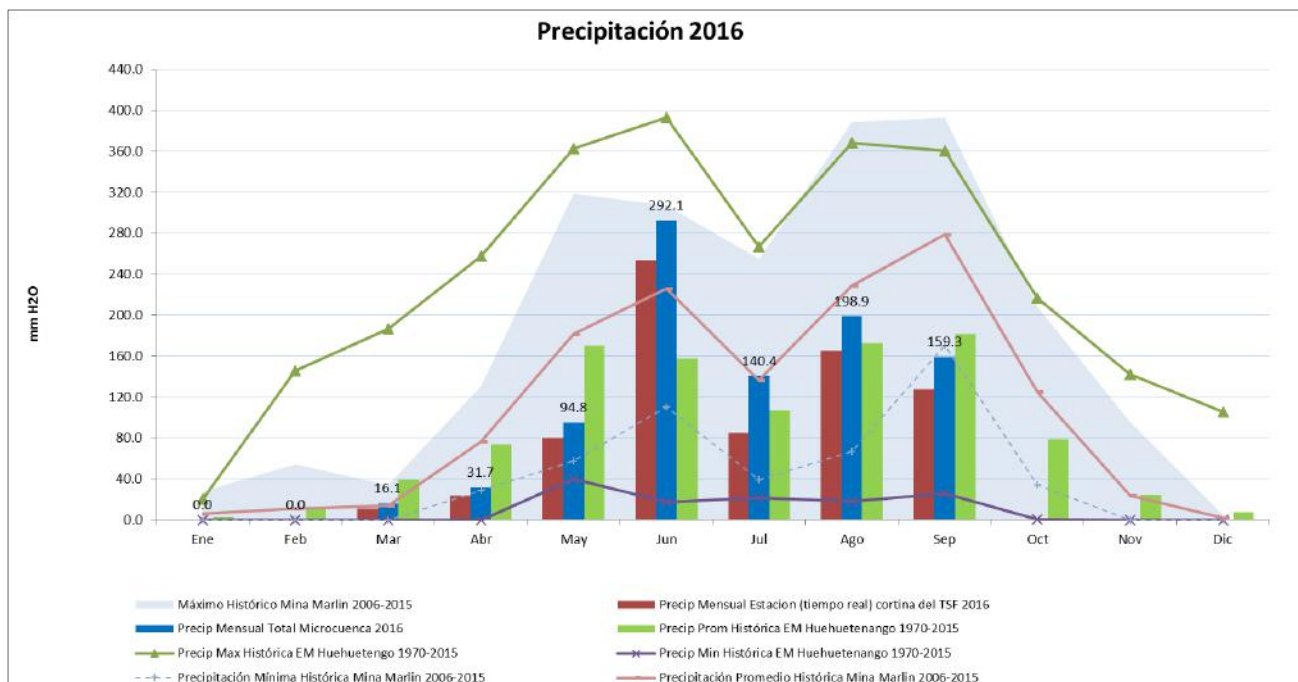
Fecha	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Humedad relativa Prom. (%)	Temperatura ambiente (°C)			Presión atmosférica Prom. (mm Hg)	Velocidad del viento prom. (km/h)	Dirección del viento (grados)
				Promedio	Máxima	Mínima			
01-ago	0.8	3.8	71.41	17.59	23.93	11.06	584.21	12.03	203
02-ago	0.0	8.2	62.66	19.17	27.25	12.18	584.38	12.45	129
03-ago	3.8	1.0	74.72	17.85	24.00	13.43	583.32	16.96	0
04-ago	7.9	3.4	87.99	16.41	20.75	14.93	581.69	8.73	11
05-ago	0.3	2.0	78.66	17.74	22.50	14.50	582.22	10.47	135
06-ago	11.4	2.0	79.88	17.59	25.50	14.93	583.76	8.11	169
07-ago	6.1	8.2	84.73	17.62	24.87	14.50	584.13	6.85	113
08-ago	21.8	0.8	75.43	18.73	27.31	13.31	583.69	11.56	28
09-ago	0.3	1.0	73.65	19.01	27.00	13.75	584.11	12.62	113
10-ago	0.0	7.0	65.24	19.69	25.43	15.06	584.62	13.81	186
11-ago	0.0	5.0	62.73	19.37	26.56	13.00	584.62	16.11	124
12-ago	0.0	5.0	67.06	19.12	26.62	14.06	583.47	12.87	197
13-ago	8.1	6.0	75.16	18.22	26.93	13.37	582.48	15.12	28
14-ago	13.0	3.0	85.08	16.72	25.25	13.00	582.38	9.75	6
15-ago	22.1	5.8	88.00	16.69	22.81	13.62	582.53	8.59	203
16-ago	4.3	6.8	83.33	17.09	23.06	13.87	583.44	13.49	203
17-ago	0.0	5.0	73.56	18.90	25.56	14.18	583.93	13.46	129
18-ago	0.5	6.0	77.09	18.24	24.56	15.00	584.21	13.47	208
19-ago	0.0	6.0	70.15	18.42	26.00	11.81	584.03	12.96	113
20-ago	0.0	5.0	68.36	18.86	26.06	12.06	583.27	12.89	141
21-ago	0.0	4.0	67.53	19.25	26.06	14.12	583.07	14.35	129
22-ago	7.1	7.6	74.33	17.69	24.75	13.50	584.14	14.44	129
23-ago	0.0	6.0	66.90	17.70	24.31	12.43	585.64	15.06	135
24-ago	0.0	4.0	57.12	17.94	24.68	10.62	585.14	14.69	129
25-ago	0.0	4.0	68.68	18.17	26.62	11.62	583.87	11.73	124
26-ago	0.3	3.6	72.67	18.25	27.06	13.37	583.54	13.82	6
27-ago	0.0	5.0	74.80	18.06	26.31	12.06	583.21	10.83	0
28-ago	35.3	5.6	81.76	17.79	26.62	14.31	583.46	11.18	208
29-ago	7.1	10.8	81.80	17.60	25.62	13.87	582.88	13.84	0
30-ago	5.1	8.6	81.97	17.69	26.25	13.81	582.69	11.49	6
31-ago	10.2	4.0	82.20	17.68	26.56	14.06	582.65	10.67	6
<b>Total</b>	<b>165.35</b>	<b>154.20</b>							

mm, milímetros de precipitación, % Humedad Relativa, °C grados Celsius, mm Hg Milímetros de mercurio, km/h kilómetros por hora, Dirección del viento hacía en grados.

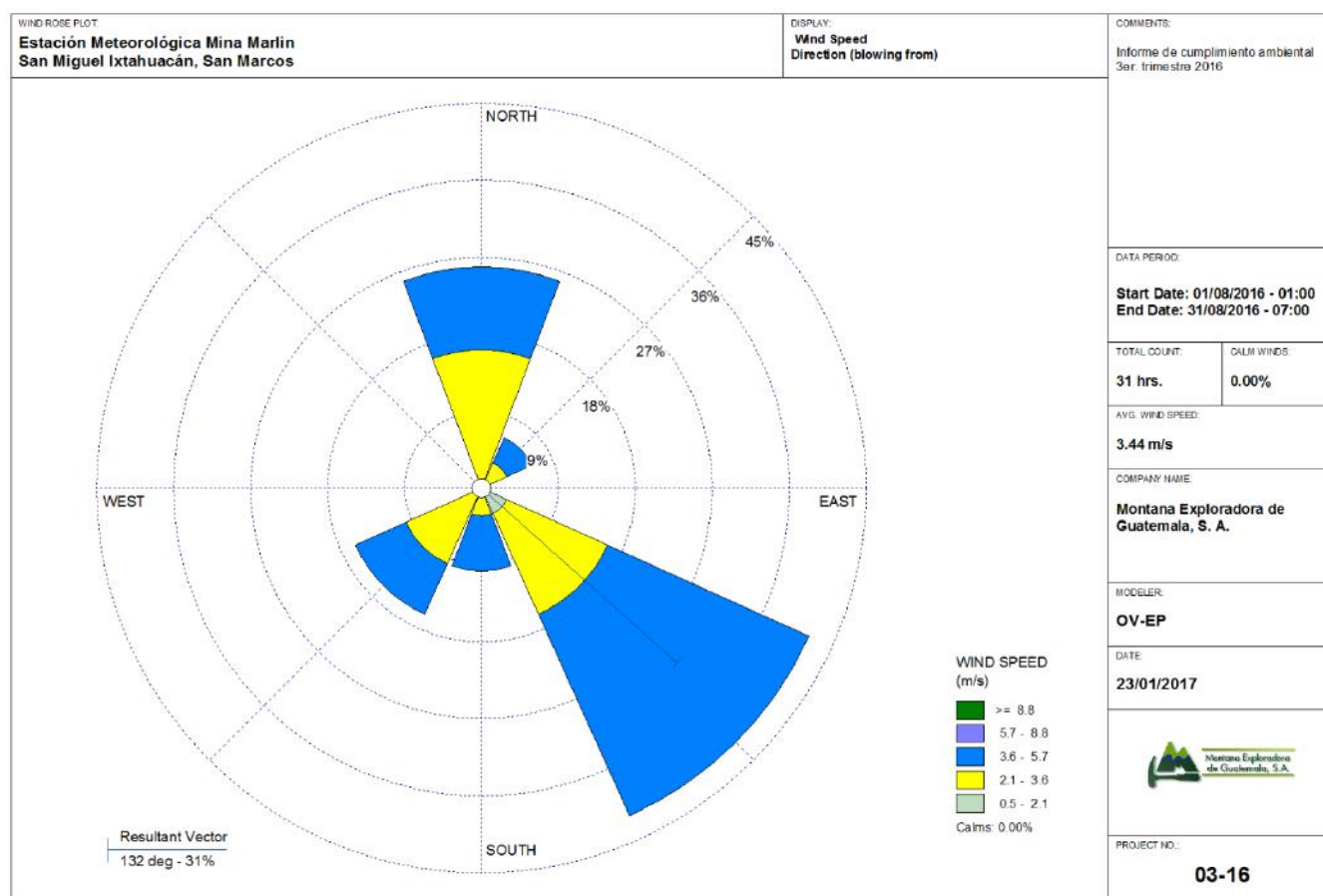
**Fuente:** Gerencia de Ambiente - Montaña Exploradora de Guatemala, S.A.



Estación Meteorológica Mina Marlin.



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 6.

### 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 6:** 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 falso: 500000.000000  
Norte Falso: 0.000000  
Meridiano central: -93.000000  
Factor de escala: 0.999900  
Latitud de origen: 0.900000

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.

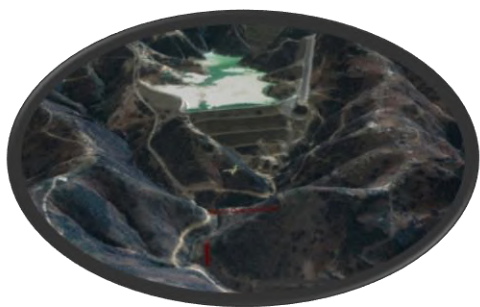
## Descargas

### Planta de tratamiento aguas industriales

Siguiendo los requerimientos del Estudio de Impacto Ambiental, 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 Reúso de Aguas Residuales". Se adjuntan en la tabla 12 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)

Se reportan descargas controladas por el sistema *spillway*, D7SP, siguiendo los requerimientos indicados en el Reglamento, se adjuntan a este informe los resultados del monitoreo, en la tabla 12. El punto de descarga es único, a través del sistema *spillway*. La muestra representa toda la descarga de la licencia Marlin I.



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

**Tabla 7:** Estaciones de monitoreo de agua superficial y descarga

Descripción de estación	Código	Coordenadas UTM*	Altitud (msnm)
<i>Río Tzalá</i>			
Aguas arriba hacia el suroeste de la mina	SW0	636794 1682909	2,250
Aguas arriba hacia el suroeste de la mina	SW1	638090 1683260	2,032
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>Quebrada Cancil</i>			
Tributario al río Tzalá	CANCIL	638739 1683049	2,170
<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 8:** 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.

+ El pozo MW10 se encuentra dañado, el pozo MW3B se encuentra aguas abajo del depósito de colas.

**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)
Efluentes	
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.

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 disipador.



### 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>3</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.

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.

### 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>4</sup>, y parámetros microbiológicos. La lista de estos parámetros, así como su descripción y método analítico se enlistan en la tabla 9.

Los perfiles analíticos empleados se dividen en 3 grupos:



<sup>3</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.

<sup>4</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 9: 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 óptica 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."

Análisis	Método	Descripción
	ASTM D7237	Determinación de cianuro libre por análisis de 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.

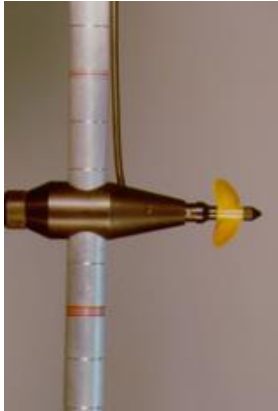
Los recipientes de muestreo utilizados en los monitoreos aquí presentados tienen la certificación de la USEPA Trace Clean grado A, o *Quality Assurance QA* por sus siglas en inglés, que pertenecen a la metodología "OSWER Directive 9240.0-05" "Especificaciones y Guías para recipientes libres de contaminantes 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 10:** 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.



## Caudales

### Caudales agua superficial

Caudal se refiere al "volumen de un fluido, por ejemplo agua, que fluye en una unidad de tiempo a través de una sección transversal de una corriente o conducción de agua"<sup>5</sup>. Se expresa en unidad de volumen por tiempo, generalmente en m<sup>3</sup>/s.

Ambientalmente se determinan para caracterizar una cuenca y conocer los regímenes de época seca y lluviosa, éstos dan parámetros de comparación y análisis al escurrimiento superficial y su relación con la calidad de agua. En Marlin se determinan los caudales siempre que sean posible en función de la seguridad del personal y el uso adecuado del equipo.

### Equipo<sup>6</sup>

Se utiliza el equipo Swoffer 3000, funciona con la rotación de los sensores medidores de corriente para el cálculo, almacenamiento y procesamiento del flujo de velocidad. En la función descarga se puede determinar el caudal de un cauce. "Este modo calcula descarga total corriente usando mediciones de área y velocidad parciales individuales tomadas a través del lecho del arroyo".



$$Q = av$$

Donde;

Q, es la descarga total en m<sup>3</sup> por segundo o m<sup>3</sup> por segundo

a, es una unidad parcial de área de la sección transversal

v, es la velocidad media correspondiente del flujo normal al área parcial

La sección transversal está definida por profundidades en lugares 1, 2, 3, . . . n. En cada lugar las velocidades se miden para obtener la media de la distribución vertical de la velocidad. La descarga parcial es ahora computarizada para cualquier corte parcial en la posición x como:

$$\begin{aligned} q_x &= v_x [(bx - b(x-1)) / 2 + (b(x+1) - bx) / 2] dx \\ &= v_x [b(x+1) - b(x-1) / 2] dx \end{aligned}$$

Donde;

x = 1, 2, 3, . . . n, puntos de observación

q<sub>x</sub> = descarga a través de la sección parcial x

v<sub>x</sub> = velocidad media en la ubicación x

b<sub>x</sub> = la distancia del punto inicial a la posición x

b<sub>(x-1)</sub> = distancia desde el punto inicial a la ubicación anterior

b<sub>(x+1)</sub> = distancia desde el punto inicial hasta la siguiente posición

dx = profundidad del agua en la posición x

<sup>5</sup> De la Lanza, Guadalupe; et al. Diccionario de hidrología y ciencias afines. Plaza y Valdez.

<sup>6</sup> Swoffer 3000, operation manual. Swoffer instruments, Inc.

El  $v_x$ 's en la fórmula anterior se miden generalmente usando uno de dos métodos:

1. Medición de velocidad tomada en profundidad (0,6) dx.
2. El promedio de dos mediciones de velocidad tomada a profundidades de (0.2) dx y (0.8) dx.



NOTA: Otros métodos también son válidas y, de hecho, se les llama en tipos especiales de situaciones de medición. Los indicados aquí son usados como guías para ayudar a utilizar y aplicar el modelo 3000 en los arroyos naturales.

Este procedimiento para la medición de descarga es utilizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y se describe en detalle en Capítulo A8, mediciones del caudal de estaciones de aforo, una publicación de la US Geological Survey. Existen otras referencias para el método. Entre estas se pueden describir; en Hidrología y sistemas hidráulicos, Ram S. Gupta, Prentice Hall, y la Ingeniería Hidráulica Roberson / Cassidy / Chaudhry, Houghton Mifflin. Flujo en canales abiertos, M. Hanif Chaudhry, Prentice Hall, ISBN 0-13-637141-8

**Tabla 11.** Caudales de estaciones de monitoreo

Estación de monitoreo	Mes de medición	m <sup>3</sup> /s	Mes de medición	m <sup>3</sup> /s	Mes de medición	m <sup>3</sup> /s
SW1	Febrero	0.10395	Mayo	0.2451	Agosto	0.4271
SW1-2	Febrero	0.12675	Mayo	0.2526	Agosto	0.4477
SW2	Febrero	0.12870	Mayo	0.2617	Agosto	0.5559
SW3	Febrero	0.2048	Mayo	0.0358	Septiembre	0.0651
SW4	Febrero	2.1095	Mayo	2.3900	Septiembre	na
SW5	Febrero	2.3830	Mayo	2.5300	Septiembre	na

**Fuente:** Departamento de ambiente 2016.

\*na; no aforado por seguridad.

### Caudal del pozo producción

El caudal promedio del pozo en el tercer trimestre 2016 es entre 45 m<sup>3</sup>/h, éste no opera de manera continua está conectado a un tanque de almacenamiento para un consumo promedio mensual durante el trimestre de 12,225 m<sup>3</sup>. El agua utilizada en el proceso se recircula desde la represa de colas por medio de bombas Godwin. El agua fresca usualmente se utiliza para preparación de químicos y usos domésticos de oficinas, cocinas y campamentos.

## Resultados y Discusión

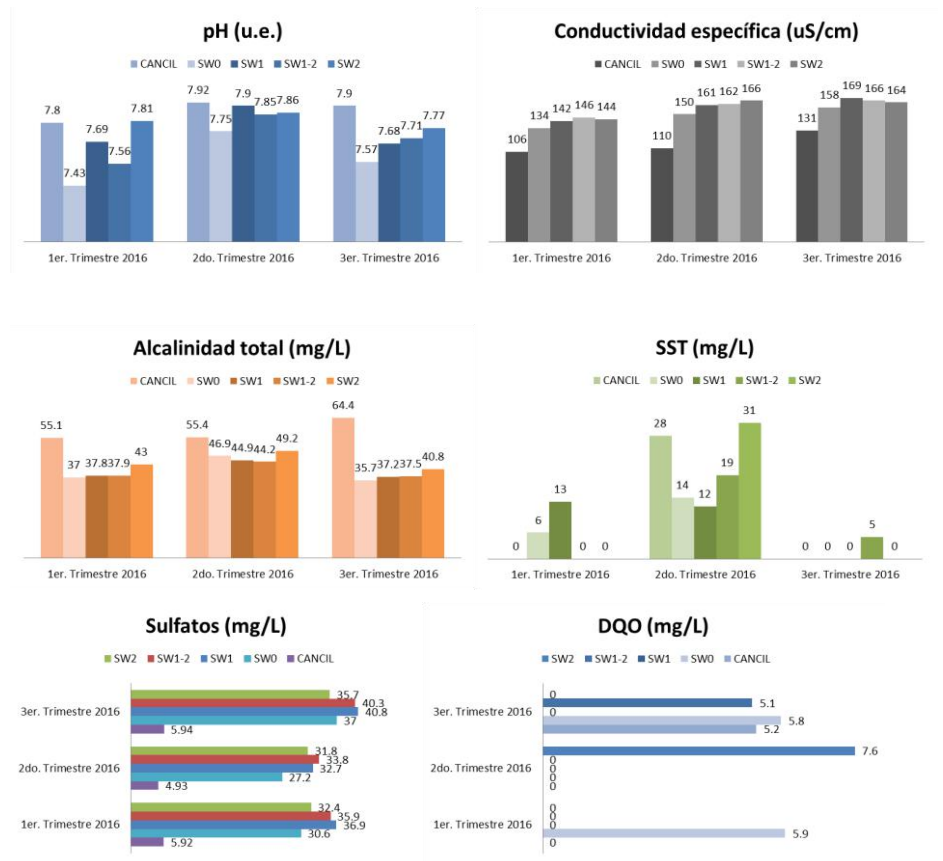
### Agua superficial

#### Río Tzalá

El Río Tzalá, confluye con el Río Cuilco, éste se ubica hacia el sur del parteaguas de la microcuenca del Riachuelo Quivichil, estos puntos de monitoreo sufren cambios estacionales puesto no hay descargas asociadas al proyecto minero sobre este cauce. Los valores de pH varían en el rango de la línea base y no muestran tendencias. Los demás parámetros tienen variaciones que no son significativas y están relacionadas a la estacionalidad.

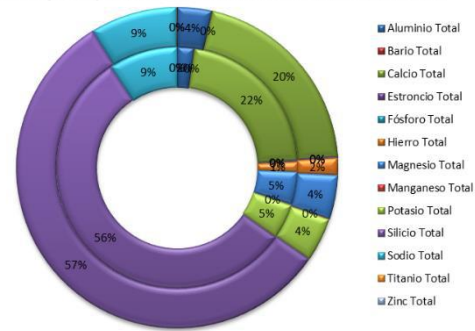
En la tabla 14 se presentan los resultados y línea de base de comparación (**LB**) para las estaciones CANCEL, SW0, SW1, SW1-2, SW2. Los parámetros guardan relación con los trimestres anteriores, se muestra una disminución en los sólidos suspendidos, a pesar de estar en época lluviosa días anteriores al monitoreo presentaron mínima precipitación.

La dispersión de metales entre SW1 y SW2 mantiene una relación consistente y proporcional al recorrido del cauce.



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 15 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).

El riachuelo Quivichil SW3 se encuentra aguas abajo del proyecto minero y es el cuerpo receptor de la descarga. El pH es menor a los trimestres anteriores, se mantiene en el rango de la línea base. La conductividad es menor a trimestres anteriores, esto reflejando mayor escorrentía en el cauce.

En ésta estación, el nitrógeno total y el arsénico es menor que los trimestres anteriores. Además no se detectó berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, mercurio, níquel, plata, plomo y talio. Otros, metales se muestran valores cercanos a sus límites de detección. Hay presencia de los metales mayoritarios, calcio, magnesio, potasio y sodio. Éstos metales no están regulados por el reglamento de aguas residuales acuerdo 236-2006 y son metales que se pueden encontrar en fuentes naturales también, los mismo no representan un riesgo a la salud.

Para las otras estaciones los parámetros generalmente tienen variaciones en función de la estacionalidad de la cuenca, los datos son similares en SW4 y SW5. Se muestra una disminución significativa en los sólidos suspendidos. Es de notar que los resultados de metales como aluminio, arsénico, bario, berilio, cadmio, calcio, cobalto, cobre, estroncio, hierro, litio, magnesio mantienen una relación entre SW4 y SW5 correspondiente al recorrido del cauce.

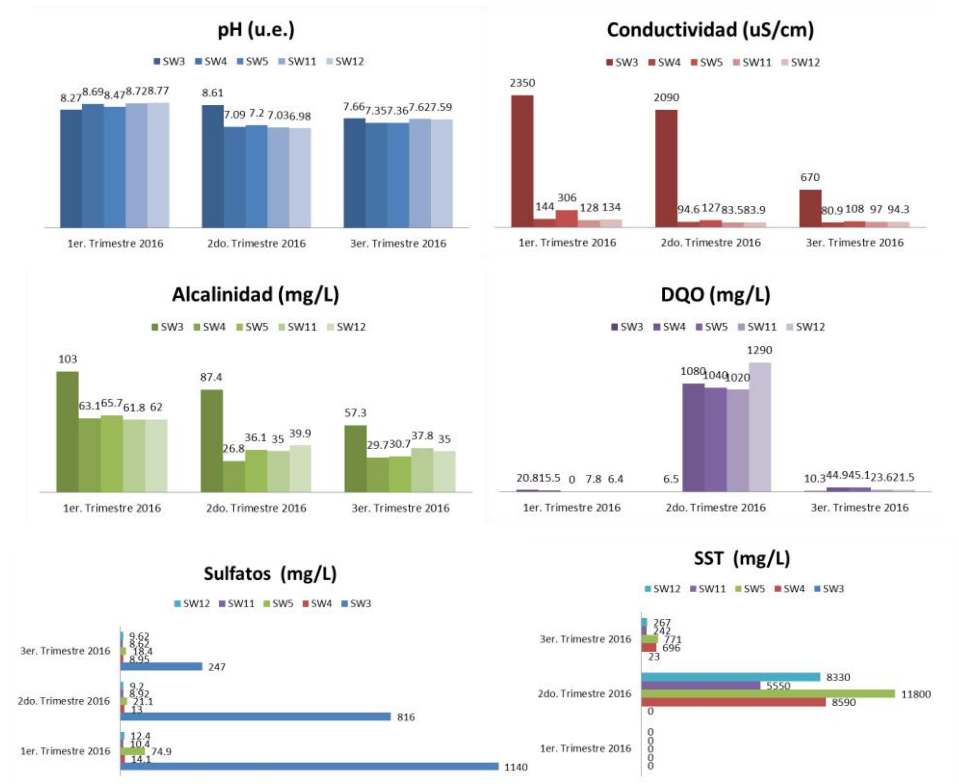
Es importante destacar que las muestras son muestras simples, que dan a conocer resultados en un momento específico. Los resultados en la cuenca del Cuilco son influenciados directamente por las condiciones meteorológicas.

En las estaciones SW11 y SW12 los valores de pH siguen un comportamiento aleatorio, éstas estaciones no son de influencia directa son de referencia.



Además de los parámetros fisicoquímicos se evalúan los cuerpos de agua mediante estudios, monitoreos de peces y macroinvertebrados. En la cuenca del riachuelo Quivichil, se llevan controles para que el hábitat de la quebrada permanezca inalterado.

Los resultados de la descarga están por debajo de los valores del acuerdo 236-2006 por lo que está en cumplimiento en los parámetros analizados. Se encuentran por debajo del límite de detección cadmio, cobre, cromo, cromo (IV), fósforo, mercurio, plomo y DBO.

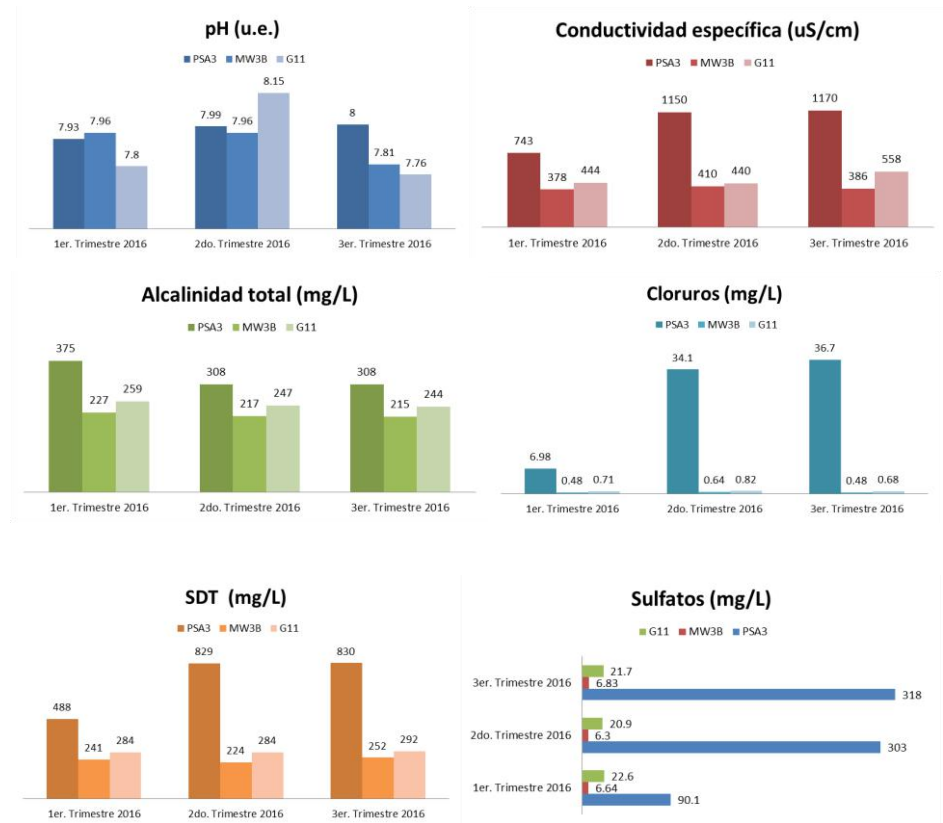


**Agua subterránea**

El pozo PSA3 aumenta en algunos parámetros; por ejemplo conductividad, estroncio, entre otros, sin diferencias significativas. Esto debido a la profundidad de operación. En estos resultados se detectan algunos metales normales para una matriz de agua subterránea.

El pozo MW3B y G11 se ubican aguas abajo de la represa de colas, la conductividad es similar para los dos últimos trimestres.

En los tres pozos no se muestran diferencias significativas para los demás parámetros, respecto a trimestres anteriores, no se muestra presencia de compuestos asociados a la represa de colas ni otros.



Represa de Colas

**Descargas**

En la tabla 12 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 2) y se hace referencia a los límites de descarga para efluentes Mineros del Banco Mundial.

Tabla 12: Resultados de descargas

Muestra			D75P
Mes			Sep
Fecha			09/29/2016
Laboratorio	Unidades	Estándares del MARN	SVL
Número de Reporte de Laboratorio			W6J0166-01
pH – lab	u.e.	06-09	7.57
Temp del campo	°C	+/- 7°C	24.1
Cianuro Total	mg/l	1	0.083
Nitrógeno Total	mg/l	50	10.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400	15
Grasas y Aceites	mg/l	50	<0.5
Arsénico Total	mg/l	0.1	0.0341
Cadmio Total	mg/l	0.1	<0.0005
Cobre Total	mg/l	3	<0.01
Fósforo Total	mg/l	30	<0.05
Mercurio Total	mg/l	0.02	<0.0002
Níquel Total	mg/l	2	0.0102
Plomo Total	mg/l	0.4	<0.0075
Zinc Total	mg/l	10	<0.01
Cromo Hexavalente Cr (VI)	mg/L	0.1	N.D.
Materia Flotante	---	ausente	ausente
DBO	mg/L	100	<10
Color Real	UC HZ equiv. Unid. Pt-Co	1000	14
Coliformes Fecales	NMP/100mL	< 1x10 <sup>5</sup>	540



Fuente: Departamento de Ambiente Mina Marlin 2016.

Ecosistemas reporte 1786-16

ND; No detectado.

### Volúmenes de descarga

Los volúmenes de descarga durante los meses de julio, agosto y septiembre son los siguientes,

Tabla 13: Volúmenes de descarga

	Unidades	Julio	Agosto	septiembre	volumen
Planta-Spillway	m <sup>3</sup>	135,253	184,399	178,937	498,589

Fuente: Departamento de Obra Civil y Procesos Producción Mina Marlin 2016.

## Toxicidad

### Microtox 7,8

*Vibrio fischeri* es una bacteria marina luminiscente, gram-negativa, anaerobia facultativa. En condiciones ambientales favorables estas bacterias emiten luz naturalmente, requiriendo para esto oxígeno en concentraciones por encima de 0.5 mg/L.



El empleo de estas bacterias con fines de monitoreo ambiental se inició en los años 60 y hacia los años 70 se emplearon en la determinación de toxicidad en aguas, sedimentos y productos diversos. Posteriormente, estos métodos fueron estandarizados e incluidos como protocolos normalizados como DIN (norma 38412 parte 34), ISO (norma 11348 parte 1 y SCOFI (NOM NMX-AA-112) en México.

La prueba se basa en la medición de la luminiscencia emitida por las bacterias *V. fischeri* después de su exposición a una muestra por un período de 5 a 30 minutos. La intensidad de la luz emitida por las bacterias expuestas a la muestra problema se compara con la emitida por bacterias que permanecen en las condiciones óptimas del sistema control.

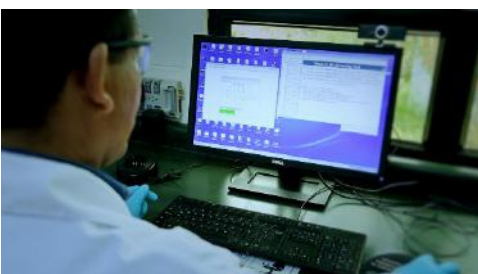
### Equipo

Se utiliza el modelo 500 ANALYZER, este equipo es capaz de mantener las condiciones que la bacteria necesita para el ensayo así como la realización de las mediciones con un fotomultiplicador.

### Screening test al 81.9%

La prueba utilizada fue la exploratoria, la cual utiliza una concentración de la muestra del 81.9% midiendo los cambios en la bacteria a los 15 y 5 minutos de exposición. La prueba exploratoria determina el porcentaje de efectividad el cual indica el nivel de nocividad de la muestra para la bacteria, por lo que mientras más alto el porcentaje, la muestra es más tóxica.

Se evaluaron los puntos SW3 y D7SP, los resultados muestran que no son tóxicas. El ensayo considera un duplicado así como un control positivo y son consistentes. La tabla 14 muestra los resultados del ensayo así como en el anexo 3.



**Tabla 14.** Resultados Microtox®

<sup>7</sup> Standard procedure for MICROTOX Analysis, Western Canada Microtox Users Committee.

<sup>8</sup> wcmuc.com Fecha de consulta: abril 2016

Parámetros	LDM	Identificación de las muestras	
		SW3	D7SP
Color	NA	Incolora	Ligeramente blancuzca
Corrección de Color	NA	NA	NA
*pH	0.05	8.22	8.26
Temperatura (°C)	0.1	22.5	22.4
<b>PE (5 min) %</b>	4.91	0.2931	-13.03
<b>Gamma (5 min)</b>	0.0517	0.0029	-0.1152
<b>PE (15 min) %</b>	2.3	-3.904	-14.83
<b>Gamma (15 min)</b>	0.0253	-0.0375	-0.1292
<b>Conclusión<sup>1</sup></b>	NA	No tóxica	No tóxica

Parámetros	LDM	Controles de calidad	
		D-SW3	CL1
Color	NA	Incolora	Incolora
Corrección de Color	NA	NA	NA
*pH	0.05	8.24	8.24
Temperatura (°C)	0.1	22.4	23.2
<b>PE (5 min) %</b>	4.91	-1.720	83.64
<b>Gamma (5 min)</b>	0.0517	-0.0169	5.111
<b>PE (15 min) %</b>	2.3	-1.476	83.03
<b>Gamma (15 min)</b>	0.0253	-0.0145	4.894
<b>Conclusión<sup>1</sup></b>	NA	No tóxica	Tóxica

El método recomienda que el pH de la muestra debe estar entre 6.0 y 8.8. <sup>1</sup>: Tabla de evaluación y clasificación de toxicidad de acuerdo a los valores de Gamma, referido a los 15 minutos de exposición de la muestra al bioindicador. Microbiological Methods Manual, Alberta Environmental Centre, Vegreville, AB, 1990 AECV90-M2. 437pp. Extraído de p. 3-39. PE: Porcentaje Efectivo de inhibición de bioluminiscencia de *Vibrio fischeri*. Gamma: relación entre la luminiscencia perdida y remanente presentada por el bioindicador *Vibrio fischeri* a los 15 minutos de exposición con la muestra al 81.9% de concentración. LDM: límite de detección del método. CL1: control positivo de laboratorio (sustancia de referencia extremadamente tóxica). Nota: los resultados del PE y Gamma menores a los límites de detección se presentan para ilustrar el carácter no tóxico de la muestra. NA: no aplica. D-SW3: Duplicado de la muestra SW3. ND: no determinado.

**Fuente:** Reporte analítico RA-16-11516, laboratorio ambiental, CTA, análisis acreditado ISO 17025

Tabla 15: Resultados de calidad de agua río Tzalá

Estación	CANCIL						SW0						SW1						SW1-2						SW2					
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB						
Fecha de muestreo	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016	Max	Min	02/14/2016	11/05/2016	08/06/2016	Max	Min	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016	Max	Min	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016	Max	Min	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016	Max	Min					
Mes	Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago							
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL							
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-01	W6E0309-05	W6H0212-01			W6B0307-02	W6E0309-01	W6H0213-01			W6B0307-03	W6E0309-02	W6H0212-02			W6B0307-04	W6E0309-03	W6H0212-03			W6B0307-05	W6E0309-04	W6H0213-02							
pH del campo	7.97	8.18	8.04	8.38	6.71	8.01	8.1	7.43	8.16	6.87	7.73	8.24	8.34	8.15	6.63	7.99	8.14	8.28	8.1	6.63	8.15	8.05	8.05	8.4	6.63					
pH – lab	7.8	7.92	7.9	8.04	7.65	7.43	7.75	7.57	7.72	7.29	7.69	7.9	7.68	7.4	7.3	7.56	7.85	7.71	NA	NA	7.81	7.86	7.77	7.8	7.3					
Temp del campo	11.15	18.79	22.28	19.03	11.45	14.54	21.78	17.92	23.62	14.28	13.25	21.37	22.19	26.3	11.3	11.88	20.03	22	26.3	14.6	13.77	19.5	16.74	26.8	11.3					
Conductividad del campo	113.8	105.6	157.3	143.6	89.47	143.6	156.3	166.5	153.5	94.34	152.7	165.5	180	445	123	153.9	161.3	177.7	703	125	153.3	162.5	169.2	450	123					
Conductividad - lab @ 25°C	106	110	131	124.0	98.4	134	150	158	139	100	142	161	169	187	133	146	162	166	NA	NA	144	166	164	178	133					
Oxígeno Disuelto del campo	8.74	7.66	7.54	8.42	7.79	7.98	7.21	7.49	7.76	7.04	7.89	7.39	7.37	8.02	3.88	8.87	7.58	7.56	8.93	4.22	8.82	7.77	7.94	8.2	3.88					
Alcalinidad Total	55.1	55.4	64.4	57.9	39	37	46.9	35.7	41.4	18	37.8	44.9	37.2	134	14	37.9	44.2	37.5	164	14	43	49.2	40.8	148	14					
Bicarbonato como CaCO3	55.1	55.4	64.4	57.9	39	37	46.9	35.7	41.4	18	37.8	44.9	37.2	52.5	14	37.9	44.2	37.5	61.7	14	43	49.2	40.8	70	14					
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<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	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND					
Amonio	<0.03	0.05	0.047	0.043	ND	<0.03	<0.03	0.067	0.164	ND	0.041	<0.03	0.054	0.307	0.103	0.032	0.03	0.053	0.103	0.103	<0.03	0.034	0.059	0.06	0.103					
Cloruros	0.77	0.77	1.19	1.83	0.78	1.56	1.68	1.74	2.17	1.4	1.53	1.64	1.73	20.6	0.818	1.56	1.68	1.77	20.6	0.818	1.5	1.63	1.83	41	0.818					
Fluoruros	<0.1	<0.1	0.198	0.17	0.11	<0.1	<0.1	0.244	0.18	0.11	<0.1	<0.1	0.232	0.41	0.41	<0.1	<0.1	0.248	0.45	0.41	<0.1	<0.1	0.292	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	<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	<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	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					
Nitrógeno Total	<0.5	0.79	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	0.64	ND	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	1.7	1.2					
TKN	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	0.95	ND	<0.5	<0.5	<0.5	8	1.7	<0.5	<0.5	<0.5	3.4	3.4	<0.5	<0.5	<0.5	3	8					
Nitritos/Nitratos como N	0.768	0.079	0.094	0.313	0.071	0.542	<0.05	0.067	0.634	0.196	0.521	<0.05	<0.05	0.319	0.319	0.523	<0.05	0.082	ND	ND	0.447	<0.05	0.064	0.319	0.319					
Sulfatos	5.92	4.93	5.94	9.89	4.34	30.6	27.2	37	27.9	4.1	36.9	32.7	40.8	118	13	35.9	33.8	40.3	118	32.8	32.4	31.8	35.7	126	13					
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	0	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	0	<1	<1	ND	ND					
Sólidos Disueltos	127	143	134	192	61	118	146	152	171	80	129	159	139	875	129	138	171	139	875	150	135	185	143	1208	129					
Sólidos Suspendidos	<5	28	<5	15	ND	6	14	<5	525	ND	13	12	<5	165	10	<5	19	5	165	14.8	<5	31	<5	874	12.4					
Sólidos Totales	131	162	144	208	102	146	160	160	693	76	161	156	166	909	98	152	184	170	909	160	139	195	173	256	98					
Hidrocarburos totales	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<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	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND					
DQO	<5	<5	5.2	17.4	ND	5.9	<5	5.8	54	ND	<5	<5	<5	46	12	<5	<5	5.1	46	12	<5	7.6	<5	80	12					
Aluminio Disuelto	0.14	<0.08	0.16	ND	ND	0.09	0.19	0.09	0.156	ND	<0.08	0.17	0.22	9.63	ND	0.12	0.21	0.19	9.63	0.22	<0.08	<0.08	0.08	7.71	0.22					
Aluminio Total	0.37	2.7	1.3	8.46	0.173	0.64	2.73	1.77	43.8	0.443	1.75	2.79	1.77	18.8	ND	0.75	3.96	1.89	18.8	0.538	0.47	4.98	2.87	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	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND					
Antimonio Total	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<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					

Estación	CANCIL					SW0					SW1					SW1-2					SW2				
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB	
Fecha de muestreo	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/14/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016		
Mes	Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago		
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL		
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-01	W6E0309-05	W6H0212-01			W6B0307-02	W6E0309-01	W6H0213-01			W6B0307-03	W6E0309-02	W6H0212-02			W6B0307-04	W6E0309-03	W6H0212-03			W6B0307-05	W6E0309-04	W6H0213-02		
				Max	Min				Max	Min				Max	Min				Max	Min				Max	Min
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	<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	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND
Bario Disuelto	0.0549	0.0614	0.0754	0.0718	0.054	0.0355	0.0511	0.0486	0.0477	0.031	0.0377	0.0513	0.0526	0.178	0.019	0.0401	0.0568	0.0507	0.178	0.019	0.0415	0.0579	0.0556	0.144	0.019
Bario Total	0.0597	0.0893	0.0863	0.0948	0.057	0.0414	0.0713	0.0593	0.329	0.0369	0.0504	0.0744	0.0616	0.253	0.02	0.0452	0.0833	0.0649	0.253	0.02	0.045	0.0982	0.0725	0.29	0.02
Berilio 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	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND
Berilio 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	0.009	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND
Boro Disuelto	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<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	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<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	<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	<0.0002	<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	ND	ND
Calcio Disuelto	10.5	10.6	12.6	12.1	8.61	14.3	16.3	15.1	14	9.7	15.5	17.4	17.4	39.1	5.8	15.6	17.5	16.8	31.3	5.8	15.6	17.6	16.6	33.7	5.8
Calcio Total	10.7	11.7	13.2	12	8.67	14.6	17.4	15.6	15.4	10.3	16	18.8	17.3	46.1	6.11	15.5	18.8	17.6	49.2	6.11	15.6	19.4	16.9	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	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND
Cobalto Total	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	0.014	ND	<0.006	<0.006	<0.006	0.011	ND	<0.006	<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	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND
Cobre Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	ND	<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	<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	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND
Estroncio Disuelto	0.128	0.125	0.143	0.143	0.098	0.121	0.148	0.135	0.128	0.0879	0.13	0.155	0.148	0.309	ND	0.132	0.157	0.143	0.317	ND	0.134	0.161	0.145	0.269	ND
Estroncio Total	0.13	0.142	0.149	0.144	0.108	0.125	0.163	0.137	0.188	0.0957	0.137	0.172	0.147	0.337	ND	0.13	0.173	0.149	0.354	ND	0.136	0.183	0.149	0.399	ND
Fósforo Total	0.07	0.09	0.07	0.082	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.345	ND	<0.05	<0.05	<0.05	0.459	ND	<0.05	0.05	<0.05	0.158	ND	<0.05	0.06	<0.05	0.3	ND
Hierro Disuelto	<0.06	<0.06	0.173	ND	ND	<0.06	0.148	<0.1	0.09	ND	<0.06	0.128	0.287	4.87	0.256	0.107	0.156	0.205	4.87	0.189	<0.06	<0.06	<0.1	4.24	0.244
Hierro Total	0.2	1.52	0.544	3.22	0.129	0.424	1.64	1.02	24.9	0.288	1.18	1.7	1.04	9.58	0.326	0.52	2.34	1.11	9.58	0.422	0.293	2.68	1.38	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	<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	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND
Magnesio Disuelto	3.22	3.32	3.89	3.61	2.67	2.82	3.22	3.18	2.99	2.01	3.11	3.45	3.53	4.9	1.21	3.23	3.57	3.47	5.11	1.21	3.31	3.72	3.54	5.97	1.21
Magnesio Total	3.34	3.84	3.93	3.45	2.94	3.03	3.46	3.2	4.81	2.38	3.55	3.74	3.53	8.69	1.26	3.3	3.88	3.62	9.48	1.26	3.4	4.18	3.68	9.19	1.26
Manganeso Disuelto	0.0053	0.0048	0.0172	0.0113	ND	0.0235	0.0616	0.0733	0.124	0.0201	0.0244	0.0531	0.0908	0.333	0.016	0.0076	0.0404	0.0598	0.333	0.013	<0.004	0.0201	0.029	0.267	0.013
Manganeso Total	0.0067	0.0432	0.0239	0.0348	0.007	0.0357	0.105	0.0895	0.529	0.0268	0.0469	0.101	0.106	0.533	0.017	0.0167	0.0921	0.0763	0.578	0.017	0.0106	0.102	0.0493	0.594	0.017
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.00062	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<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	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<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	<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	<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	<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	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND

Estación	CANCIL					SW0					SW1					SW1-2					SW2				
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB	
Fecha de muestreo	02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/14/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016			02/13/2016	11/05/2016	08/06/2016		
Mes	Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago			Feb	May	Ago		
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL		
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-01	W6E0309-05	W6H0212-01			W6B0307-02	W6E0309-01	W6H0213-01			W6B0307-03	W6E0309-02	W6H0212-02			W6B0307-04	W6E0309-03	W6H0212-03			W6B0307-05	W6E0309-04	W6H0213-02		
	Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		
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	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	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	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<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	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<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	2.94	3.74	3.26	3.69	2.15	2.9	4.1	3.54	3.67	2.07	2.94	4.17	3.66	5.28	0.96	2.97	4.17	3.53	3.99	0.96	2.98	4.44	3.51	6.17	0.96
Potasio Total	2.87	4.14	3.37	3.71	2.3	2.78	4.34	3.65	5.4	2.26	3.04	4.47	3.67	59.9	1.02	2.83	4.55	3.69	59.9	1.02	2.89	4.84	3.64	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	<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	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND
Silicio Disuelto	57.7	55	54.8	60.6	49.2	37.7	36.5	39.4	40.9	32.9	38.3	36.5	39.8	21.3	2.68	38.7	36.7	38	21.3	2.68	39.8	36.7	39.9	23.2	2.12
Silicio Total	58.9	69.9	59.2	76.8	54.6	40	46.9	45.3	155	38.8	46.6	47.9	44.5	43.6	6.34	40.5	52.2	45.3	43.6	6.34	40.8	54.2	47	37.9	6.34
Sodio Disuelto	6.67	6.96	6.84	6.9	5.75	7.4	8.25	7.08	7.35	4.54	7.73	8.45	7.41	11.6	1.67	7.67	8.48	7.05	8.6	1.63	7.59	9.24	7.17	418	1.67
Sodio Total	6.74	7.27	7.12	6.47	5.93	7.4	8.62	7.22	8.11	4.77	7.79	8.83	7.35	11.8	1.79	7.48	8.84	7.41	12.1	1.79	7.54	9.08	7.23	409	1.79
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<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	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	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	0.003	ND
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<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	0.0052	0.0284	0.0182	0.123	0.005	0.0128	0.0578	0.0275	0.942	0.0068	0.0391	0.06	0.0277	0.511	ND	0.0144	0.0815	0.0301	0.511	ND	0.0081	0.105	0.0517	0.522	ND
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<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	<0.005	<0.005	<0.005	0.009	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.0608	ND	<0.005	0.0052	<0.005	0.023	ND	<0.005	0.0058	<0.005	0.023	ND	<0.005	0.0069	<0.005	0.031	ND
Zinc Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.053	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.053	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.047	ND
Zinc Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.0434	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.059	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.062	ND	<0.01	<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

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

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2016.



Tabla 16: Resultados de calidad de agua Riachuelo Quivichil y río Cuilco

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016
Fecha de muestreo	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016	02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016
Mes	Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Ago	Feb	May	Ago
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-06	W6E0545-01	W6J0166-02			W6B0307-07	W6E0545-02	W6J0164-01			W6B0307-08	W6E0545-03	W6J0164-02			W6B0239-01	W6E0458-01	W6H0506-01	W6B0239-02	W6E0458-02	W6H0506-02
pH del campo	8.55	8.62	8.19	8.85	6.77	8.79	7.07	7.81	8.48	6.77	8.82	7.28	7.71	8.42	7.19	8.82	7.15	8.17	8.86	7.5	7.95
pH – lab	8.27	8.61	7.66	8.21	7.61	8.69	7.09	7.35	7.59	7.22	8.47	7.2	7.36	7.55	7.19	8.72	7.03	7.62	8.77	6.98	7.59
Temp del campo	15.31	25.96	19.2	30.8	18.2	20.44	22.96	23.79	22.9	18.8	16.63	20.66	22.63	23.2	17.6	18.21	24.24	23.41	19.02	23.97	22.72
Conductividad del campo	2563	2134.7	751	588	110	170.2	89.3	97.8	193	78	319.9	120.9	122	218	87	145	80.6	106.9	150	78.6	104.1
Conductividad - lab @ 25°C	2350	2090	670	219	119	144	94.6	80.9	114	92	306	127	108	121	92.5	128	83.5	97	134	83.9	94.3
Oxígeno Disuelto del campo	9.93	8.25	7.64	7.64	3.25	10.35	6.72	7.16	11.5	3.42	10.34	6.74	7		8.87	6.52	6.83	9.86	6.43	7.05	
Alcalinidad Total	103	87.4	57.3	170	41	63.1	26.8	29.7	162	30	65.7	36.1	30.7	170	28	61.8	35	37.8	62	39.9	35
Bicarbonato como CaCO3	103	74	57.3	170	41	55.6	26.8	29.7	87.5	30	62.2	36.1	30.7	90	28	55.4	35	37.8	54.9	39.9	35
Carbonato como CaCO3	<1	13.4	<1	ND	ND	7.5	<1	<1	ND	ND	3.5	<1	<1	6.66	6.66	6.5	<1	<1	7.1	<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	0.163	0.042	1.25	0.44	ND	<0.03	0.497	0.05	0.13	0.13	<0.03	0.549	0.08	0.61	0.61	<0.03	0.46	0.044	<0.03	0.47	0.046
Cloruros	135	112	35.3	16.8	2.35	3.66	3.14	2.44	10.4	1.7	10.9	4.16	3.78	5.87	1.63	2.66	3.77	2.25	2.98	3.78	2.33
Fluoruros	1.28	1.1	0.234	0.45	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.47	0.47	0.17	<0.1	<0.1	0.46	0.46	<0.1	0.131	<0.1	<0.1	0.121	<0.1
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	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
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	<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	10.6	5.98	3.2	ND	ND	0.54	2.23	1.21	1.3	1.3	1.07	2.41	1.04	1.1	ND	0.82	2.76	1.1	0.63	2.62	1.03
TKN	0.61	<0.5	1.76	3	2.87	0.53	49.6	3.43	3.6	1.26	<0.5	49.3	0.72	3	1.79	<0.5	46	<2.5	<0.5	58.4	<2.5
Nitritos/Nitratos como N	11.7	5.43	3.18	0.2	0.2	0.774	1.4	0.736	0.401	0.401	1.35	1.46	0.813	0.295	0.295	0.951	1.7	0.742	0.565	1.88	0.675
Sulfatos	1140	816	247	97.4	8	14.1	13	8.95	15.8	7.7	74.9	21.1	18.4	14.7	6.9	10.4	8.92	8.62	12.4	9.2	9.62
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<2	<1	ND	ND	<1	<2	<1	ND	ND	<1	<2	<1	<1	<2	<1
Sólidos Disueltos	2000	1580	637	587	120	136	450	177	245	95	239	280	204	395	55	129	310	234	134	290	239
Sólidos Suspendidos	<5	<5	23	158	5.33	<5	8590	696	1090	6.5	<5	11800	771	1490	7.5	<5	5550	242	<5	8330	267
Sólidos Totales	2070	1590	697	340	170	140	7390	919	1335	119	248	10200	1010	1808	55	140	5970	489	144	9110	512
Hidrocarburos totales	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	1.1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	1.14	<1	<1	<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	20.8	6.5	10.3	34	ND	15.5	1080	44.9	239	14	<5	1040	45.1	165	10	7.8	1020	23.6	6.4	1290	21.5
Aluminio Disuelto	<0.08	<0.08	4.18	0.789	0.689	<0.08	0.12	4.6	2.27	2.27	<0.08	0.92	<0.08	1.53	1.53	<0.08	<0.08	<0.08	0.09	2.69	0.54
Aluminio Total	0.1	0.1	17.5	32.3	ND	0.22	1110	72.7	35	ND	0.25	877	75.2	44.6	0.016	0.33	756	36.7	0.26	950	37.8
Antimonio Disuelto	0.0104	0.00676	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.005	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Antimonio Total	0.00975	0.00678	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.003	<0.005	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.005	<0.003	<0.003	<0.005	<0.003

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016
	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016	Max	Min	02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016	02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016
Mes	Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Ago	Feb	May	Ago
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-06	W6E0545-01	W6J0166-02			W6B0307-07	W6E0545-02	W6J0164-01			W6B0307-08	W6E0545-03	W6J0164-02			W6B0239-01	W6E0458-01	W6H0506-01	W6B0239-02	W6E0458-02	W6H0506-02
Arsénico Disuelto	0.0384	0.0338	0.00384	0.012	ND	<0.003	<0.003	<0.0075	0.006	ND	0.00452	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.00322	<0.003
Arsénico Total	0.0346	0.0322	0.00601	0.021	ND	<0.003	0.0546	<0.0075	0.006	ND	0.00394	0.0519	0.00805	0.006	ND	<0.003	0.0374	0.00413	<0.003	0.0334	0.00432
Bario Disuelto	0.0504	0.0759	0.112	0.218	0.005	0.0395	0.0444	0.102	0.087	0.017	0.0424	0.317	0.0424	0.058	0.016	0.0347	0.0399	0.0356	0.0376	0.362	0.059
Bario Total	0.0512	0.078	0.14	0.474	0.065	0.0426	8.87	0.616	0.847	0.018	0.046	8.2	0.663	1.1	0.017	0.0385	5.69	0.285	0.0397	7.4	0.29
Berilio 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
Berilio Total	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	0.0206	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.02	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.02	<0.002	<0.002	<0.02	<0.002
Boro Disuelto	2.18	1.93	0.573	0.237	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.028	ND	0.148	<0.04	<0.04	0.189	ND	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Boro Total	2.1	1.95	0.626	0.454	ND	<0.04	<0.4	<0.04	0.099	ND	0.138	<0.4	<0.04	0.232	ND	<0.04	<0.4	<0.04	<0.04	<0.4	<0.04
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0005	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cadmio Total	0.00026	<0.0002	<0.0002	0.035	ND	<0.0002	0.00322	<0.0005	ND	ND	<0.0002	0.0024	<0.0002	ND	ND	<0.0002	0.00336	<0.0002	<0.0002	0.00417	<0.0002
Calcio Disuelto	292	225	60.6	76.4	8	13.9	5.3	7.63	25.2	4.2	30.2	11.5	9.35	12.1	4	13.3	4.67	9.61	13.9	11	9.46
Calcio Total	289	229	59.3	115	10.4	13.8	71.8	11	26.8	3.6	30.2	68.7	13.4	28.4	4.2	13.1	53.9	12.2	13.7	63.8	11.9
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	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cobalto Total	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	0.229	0.0104	ND	ND	<0.006	0.195	0.0106	0.019	0.014	<0.006	0.136	<0.006	<0.006	0.177	<0.006
Cobre Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	0.057	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0631	<0.01
Cobre Total	<0.01	<0.01	<0.01	0.017	0.008	<0.01	0.555	0.0342	ND	ND	<0.01	0.433	0.0352	0.037	0.007	<0.01	0.5	0.0146	<0.01	0.604	0.0161
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	<0.006	0.15	0.0066	ND	ND	<0.006	0.2	0.0072	0.011	0.005	<0.006	0.072	<0.006	<0.006	0.0867	<0.006
Estroncio Disuelto	4.13	3.14	0.762	0.921	ND	0.117	0.0525	0.0726	0.167	ND	0.336	0.123	0.09	0.123	ND	0.107	0.0472	0.0785	0.117	0.119	0.0788
Estroncio Total	4.04	3.22	0.772	1.14	ND	0.115	1.07	0.131	0.257	ND	0.336	1	0.163	0.198	ND	0.106	0.724	0.114	0.111	0.871	0.114
Fósforo Total	<0.05	<0.05	0.1	0.232	ND	<0.05	12.6	0.52	1	ND	<0.05	8.93	0.51	0.395	ND	0.05	11	0.27	<0.05	13	0.29
Hierro Disuelto	<0.06	<0.06	1.39	0.267	ND	<0.06	<0.06	1.92	1.6	ND	<0.06	0.702	<0.1	ND	ND	0.096	<0.06	<0.1	0.128	0.96	0.37
Hierro Total	0.095	0.089	6.43	20.2	ND	0.185	563	32	23.2	ND	0.196	449	33.6	29.8	ND	0.281	366	16.7	0.24	463	17.8
Litio Disuelto	0.665	0.599	0.139	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	0.039	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Litio Total	0.648	0.613	0.152	ND	ND	<0.02	0.27	<0.02	ND	ND	0.037	0.248	0.026	ND	ND	<0.02	<0.2	<0.02	<0.02	<0.2	<0.02
Magnesio Disuelto	22.8	20.2	6.47	15.2	2.34	3.86	1.3	2.36	4.42	1.12	4.99	2.56	2.34	3.3	1.08	3.89	1.28	2.33	3.91	1.86	2.42
Magnesio Total	22.9	20.7	7.01	25.8	3.12	3.97	33.7	4.65	7.13	1.26	5.25	31.7	4.86	6.93	1.18	3.86	22.8	3.88	3.83	28.8	3.82
Manganeso Disuelto	0.0152	0.0356	0.0377	0.076	0.006	0.0246	<0.004	0.0919	0.062	0.013	0.0274	0.0483	<0.008	0.033	0.008	0.0159	0.0414	0.0218	0.0203	0.296	0.0607
Manganeso Total	0.0257	0.0416	0.0803	0.524	0.007	0.0346	17.6	0.769	1.46	0.016	0.0386	13.6	0.756	2	0.016	0.0267	13.8	0.371	0.0296	16.3	0.39
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	0.00087	<0.0002	0.0071	ND	<0.0002	0.00071	<0.0002	ND	ND	<0.0002	0.0004	<0.0002	<0.0002	0.00065	<0.0002
Molibdeno Disuelto	0.033	0.02	0.01	0.007	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Molibdeno Total	0.031	0.021	0.01	0.006	ND	<0.008	<0.08	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.08	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.08	<0.008	<0.008	<0.08	<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	0.103	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.1	<0.01	0.008	ND	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01
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

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12					
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	LB		1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016			
Fecha de muestreo	02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016			02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016			02/14/2016	05/21/2016	09/29/2016			02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016	02/11/2016	18/05/2016	08/17/2016			
Mes	Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Sep			Feb	May	Ago	Feb	May	Ago			
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL			
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-06	W6E0545-01	W6J0166-02			W6B0307-07	W6E0545-02	W6J0164-01			W6B0307-08	W6E0545-03	W6J0164-02			W6B0239-01	W6E0458-01	W6H0506-01	W6B0239-02	W6E0458-02	W6H0506-02			
	Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min	
Plata Total	<0.005	<0.005	<0.005	0.116	0.116	<0.005	<0.05	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.05	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.05	<0.005	<0.005	<0.05	<0.005	<0.005	<0.05	<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	0.0086	<0.0075	<0.0075	0.0086	<0.0075
Plomo Total	<0.0075	<0.0075	<0.0075	0.014	0.003	<0.0075	0.248	0.0143	0.018	0.003	<0.0075	0.223	0.0177	0.022	0.003	<0.0075	0.212	0.0099	<0.0075	0.281	0.0085	<0.0075	0.281	0.0085
Potasio Disuelto	15.5	12	6.41	30.7	1.42	3.61	4.94	3.18	51.9	1.06	4.19	6.35	3.16	3.87	1.01	3.48	5.5	3.54	3.49	5.89	3.35	3.49	5.89	3.35
Potasio Total	15.2	12.2	6.8	11.7	1.58	3.47	28.2	5.16	6.08	1.17	4.06	27.7	5.35	6.83	1.1	3.43	20.9	5	3.39	24	4.79	3.39	24	4.79
Selenio Disuelto	0.0058	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.005	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Selenio Total	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	0.0339	<0.005	ND	ND	<0.005	0.0283	<0.005	ND	ND	<0.005	0.0218	<0.005	<0.005	0.0282	<0.005	<0.005	0.0282	<0.005
Silicio Disuelto	32.6	32.9	55.7	27.1	3.3	46.9	20.6	50.6	22.7	2.33	44.4	23.8	37.3	21.5	2.71	49.1	24.5	38.4	49.9	25.3	39.5	49.9	25.3	39.5
Silicio Total	31.8	34.2	91.6	60.3	5.8	46.6	171	139	37.2	2.33	45.8	198	135	42.1	5.86	49.1	200	94.5	48.4	161	116	48.4	161	116
Sodio Disuelto	264	235	71.9	45.8	1.9	11.2	5.58	5.43	12.5	1.92	25.2	7.64	8.02	8.85	1.73	9.87	6.03	6.31	10.6	5.88	5.99	10.6	5.88	5.99
Sodio Total	268	240	70.3	85.1	2	11.1	10.9	5.94	20.8	2.17	25.2	12.3	8.75	17.2	2.09	9.72	8.88	6.49	10.2	8.73	6.36	10.2	8.73	6.36
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	<0.001	<0.001	<0.001
Talio Total	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	0.00752	<0.001	0.003	ND	<0.001	0.00584	<0.001	0.003	ND	<0.001	0.00457	<0.001	<0.001	0.00619	<0.001	<0.001	0.00619	<0.001
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	0.0939	0.046	ND	<0.005	<0.005	0.146	0.111	ND	<0.005	0.0183	<0.005	0.065	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.0268	0.015	<0.005	0.0268	0.015
Titanio Total	<0.005	0.0055	0.317	0.876	ND	0.0053	34.3	2.47	1.62	ND	0.0063	28.2	2.61	2.34	ND	0.01	25.6	1.06	0.0079	31.7	1.08	0.0079	31.7	1.08
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	0.0055	ND	ND	<0.005	<0.005	0.0075	0.006	ND	<0.005	0.0053	<0.005	0.006	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.0062	<0.005	<0.005	0.0062	<0.005
Vanadio Total	<0.005	<0.005	0.0159	0.056	ND	<0.005	1.32	0.0766	0.069	ND	<0.005	1.08	0.0797	0.087	ND	<0.005	0.899	0.0391	<0.005	1.12	0.0408	<0.005	1.12	0.0408
Zinc Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	0.044	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.027	ND	<0.01	0.07	<0.01	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.079	<0.01	<0.01	0.079	<0.01
Zinc Total	<0.01	<0.01	0.016	0.05	ND	<0.01	1.36	0.071	0.073	ND	<0.01	1.15	0.074	0.079	ND	<0.01	1.04	0.039	<0.01	1.26	0.041	<0.01	1.26	0.041

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

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

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2016.

Tabla 17: Resultados de calidad de agua subterránea

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016
Fecha de muestreo	02/13/2016	25/05/2016	08/06/2016	02/11/2016	07/05/2016	08/18/2016	02/11/2016	19/05/2016	08/18/2016
Mes	Feb	May	Ago	Feb	May	Ago	Feb	May	Ago
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	W6B0307-09	W6F0071-01	W6H0213-06	W6B0239-03	W6E0197-06	W6H0506-05	W6B0239-04	W6E0458-03	W6H0506-06
pH del campo	7.52	7.63	7.5	7.73	7.46	7.59	7.47	7.62	7.34
pH – lab	7.93	7.99	8	7.96	7.96	7.81	7.8	8.15	7.76
Temp del campo	26.65	29.55	28.59	23.74	23.75	24.42	23.35	24.38	23.63
Conductividad del campo	1271.2	1221	1260.5	412.9	410.8	424	491.4	487.2	506
Conductividad - lab @ 25°C	743	1150	1170	378	410	386	444	440	558
Oxígeno Disuelto del campo	5.69	5.41	5.44	0.71	0.31	0.35	0.14	2.62	0.03
Alcalinidad Total	375	308	308	227	217	215	259	247	244
Bicarbonato como CaCO3	375	308	308	227	217	215	259	247	244
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	0.031	0.064	0.039	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03
Cloruros	6.98	34.1	36.7	0.48	0.64	0.48	0.71	0.82	0.68
Fluoruros	0.264	0.82	1.47	<0.1	0.146	<0.1	0.301	0.296	0.288
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
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	0.357	<0.05	<0.05	0.367	0.129	0.118	0.261	<0.05	<0.05
Sulfatos	90.1	303	318	6.64	6.3	6.83	22.6	20.9	21.7
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sólidos Disueltos Totales @180°C	488	829	830	241	224	252	284	284	292
Sólidos Suspendidos Totales	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5
Sólidos Totales @ 105°C	520	830	892	253	256	250	321	303	313
Hidrocarburos totales	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
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	<0.005	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Arsénico Disuelto	0.0249	0.0574	0.0463	<0.003	<0.003	<0.0075	0.00331	<0.003	<0.003
Bario Disuelto	0.0751	0.0414	0.0318	0.445	0.414	0.45	0.142	0.127	0.145
Berilio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Boro Disuelto	0.048	0.527	0.544	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0005	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Calcio Disuelto	90.4	140	131	30.9	30.7	31.9	56.4	55.1	57.6
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
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

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016	1er. Trimestre 2016	2do. Trimestre 2016	3er. Trimestre 2016
Trimestre	02/13/2016	25/05/2016	08/06/2016	02/11/2016	07/05/2016	08/18/2016	02/11/2016	19/05/2016	08/18/2016
Fecha de muestreo	Feb	May	Ago	Feb	May	Ago	Feb	May	Ago
Mes	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Laboratorio	W6B0307-09	W6F0071-01	W6H0213-06	W6B0239-03	W6E0197-06	W6H0506-05	W6B0239-04	W6E0458-03	W6H0506-06
Número de Reporte de Laboratorio									
Estroncio Disuelto	1.01	2.4	2.37	0.646	0.613	0.646	0.482	0.47	0.477
Hierro Disuelto	<0.06	0.096	<0.1	<0.06	<0.06	<0.1	0.21	<0.06	0.177
Litio Disuelto	0.028	0.213	0.217	0.063	0.054	0.061	0.028	0.023	0.027
Magnesio Disuelto	25.9	25.1	23.5	8.27	8.22	8.49	11.5	11.7	11.9
Manganeso Disuelto	0.0226	0.09	0.0829	0.0052	<0.004	<0.008	0.0483	0.0178	0.0888
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	3.86	3.38	3.62	6.81	6.69	7.06	6.86	7.18	7.02
Selenio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.005	<0.003	<0.003	<0.005	<0.003	<0.003	<0.003
Silicio Disuelto	27.9	41.4	39.2	27.7	27.3	28.6	36.9	36.8	36.9
Sodio Disuelto	30.6	89.1	88.1	48.5	44	48.4	33.2	33.5	32.8
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	0.719	0.604	0.267	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<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<sup>2</sup>LB:: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2016.

## Conclusión

El Monitoreo de Mina Marlin para el Informe de Cumplimiento del 3er. trimestre 2016, 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, 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**

**Anexo 3 Resultados de laboratorio de MICROTOX**