



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>2 de 35</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ALCANCE .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>6.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
6.1	PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS .....	5
6.1.1	Medidas para el control de la contaminación del por material particulado .....	5
6.1.2	Medidas para el control de la contaminación por emisiones gaseosas .....	8
6.1.3	Medidas para el control de la contaminación por COVs .....	11
6.1.4	Medidas para el control de la contaminación por ruido .....	11
6.2	PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL .....	13
6.2.1	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE .....	13
6.2.2	MONITOREO DE EMISIONES – FUENTES MÓVILES .....	16
6.2.3	MONITOREO DE RUIDO: CALIDAD AMBIENTAL .....	18
6.2.4	MONITOREO DE NIVELES DE VIBRACIÓN .....	20
6.2.5	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES .....	20
6.2.6	MONITOREO DE AGUAS DE INFILTRACIÓN RECUPERADA .....	25
6.2.7	MONITOREO DE AGUAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS – ACUÍFEROS .....	26
6.2.8	CONTROL DE NIVEL FREÁTICO - PIEZOMÉTRICO .....	29
6.2.9	MONITOREO DE SUELO .....	29
6.2.10	MONITOREO DE VARIABLES BIOTICAS .....	32
6.3	INFORMES DE LABORATORIO .....	34
<b>7.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>34</b>

### 1) ANEXO 1: SC-CL1-MA-019-RC- MONITOREO AMBIENTAL



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 3 de 35

## 1 OBJETIVO

Este Procedimiento establece el protocolo operativo para el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto de Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito en línea con el Programa Integrado de Sostenibilidad – PI-S en lo correspondiente al Área de Medio Ambiente.

## 2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- SC-CL1-SSTMA-002-PR – Identificación y Evaluación de Temáticas e Impactos Ambientales – PIAAIA
- SC-CL1-SSTMA-011-PR – Requerimientos Legales y Otros Requerimientos de SSTMA
- SC-CL1-SSTMA-012-PR – Gestión de proveedores y subcontratados
- Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final (GESAMBCONSULT, 2012).
- Texto Unificado De Legislación Ambiental Ecuatoriana Libro VI, Acuerdo Ministerial 28 R.O. 270 del 13 de febrero de 2015, Acuerdo Ministerial N°097-A del 30 de Julio de 2015.
- Formato de elaboración de documentos PG.EL.01
- 40 CFR parte 50 apéndice J, M, L
- 40 CFR parte 53 tabla C-4 Método de Referencia
- NTE 0001:90 Sistema Internacional de Unidades
- NTE 0053:87 Sistema de conversión

## 3 ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los monitoreos que se realicen para el seguimiento y evaluación de la Calidad de Aire y Emisiones, Calidad de Agua, Ruido, Vibraciones y Suelo, del Proyecto de Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito, conforme lo estipulado en el Plan de Monitoreo Ambiental.

## 4 DEFINICIONES

- **ACREDITACIÓN.**- La acreditación, es la herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la actuación de un tipo determinado de organizaciones que se denominan de manera general Organismos de Evaluación de la Conformidad y que abarca a los Laboratorios de ensayo, Laboratorios de Calibración, Organismos de certificación, Organismos de Inspección.
- **AGUAS.**- Todas las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos, mismas que constituyen el dominio hídrico público conforme lo definido en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.
- **EMISIÓN.**- Liberación en el ambiente de sustancias, preparados, organismos o microorganismos durante la ejecución de actividades humanas.
- **GASES.**- Fluidos que tienden a expandirse y que se caracterizan por su baja densidad, como el aire.
- **MATERIAL PARTICULADO.**- Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en condiciones normales. Se designa como PM<sub>2,5</sub> al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM<sub>10</sub> al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.
- **MONITOREO.**- Es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.
- **MONITOREO AMBIENTAL.**- Es un sistema continuo de observación, de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos.
- **NIVEL DE PRESIÓN SONORA.**- Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia, matemáticamente se define:



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 4 de 35

$$NPS = 20 \log_{10} \left[ \frac{PS}{20 * 10^{-6}} \right]$$

donde PS es la presión sonora expresada en pascales (N/m<sup>2</sup>).

- **NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE (NPSeq).**- Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A [dB(A)], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.
- **LABORATORIO ACREDITADO.**- Es un laboratorio que siguió un proceso mediante el cual, el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) certifica la conformidad de la calidad de su trabajo y de sus resultados.
- **SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO (SAE).**- Es el organismo encargado de evaluar las competencias de los laboratorios, empleando la norma NTE INEN ISO/IEC 17025, que es la norma internacionalmente reconocida para evaluar la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración.
- **PASIVO AMBIENTAL.**- Es aquel daño ambiental y/o impacto ambiental negativo generado por una obra, proyecto o actividad productiva o económica, que no ha sido reparado o restaurado, o aquel que ha sido intervenido previamente pero de forma inadecuada o incompleta y que continúa presente en el ambiente, constituyendo un riesgo para cualquiera de sus componentes. Por lo general, el pasivo ambiental está asociado a una fuente de contaminación y suele ser mayor con el tiempo.
- **RUIDO.**- Sonido inarticulado, por lo general desagradable
- **CALIDAD DE SUELO.**- La capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso.
- **VIBRACIONES.**- Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

### 5.1 CORRESPONDE AL DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO

- Asegurar los recursos humanos, financieros, materiales y de infraestructura necesarios para implementar este protocolo.

### 5.3 CORRESPONDE AL ÁREA COMERCIAL

- Apoyar y actuar como facilitadora de este protocolo en su área de competencia, a través de la exigencia del cumplimiento de los requerimientos legales aplicables para contratación de servicios de monitoreo ambiental con laboratorios acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano.

### 5.3 CORRESPONDE AL GERENTE DE PRODUCCIÓN

- Apoyar y actuar como facilitador de este protocolo en su área de competencia, a través del soporte que se requiera para efectuar el monitoreo ambiental en los frentes de trabajo.

### 5.5 CORRESPONDE AL COORDINADOR DE MEDIO AMBIENTE, RESPONSABLES Y SUPERVISORES

- Conocer, cumplir y hacer cumplir la legislación ambiental aplicable referente al monitoreo ambiental;
- Conocer, cumplir y hacer cumplir el Plan de Monitoreo Ambiental del Proyecto;
- Implementar, a través de uno o más laboratorios acreditados, el monitoreo ambiental conforme lo establecido en el Contrato del Proyecto;
- Efectuar, con los resultados del monitoreo ambiental, la evaluación de cumplimiento de la legislación ambiental vigente y aplicable y comunicar dichos resultados a las áreas respectivas para efectuar las acciones correctivas que puedan ser requeridas ;
- Mantener y revisar este procedimiento, siempre que sea necesario.



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 5 de 35

## 6. METODOLOGÍA

A continuación siguen las consideraciones generales que se seguirán en el monitoreo ambiental de acuerdo al Plan de Monitoreo y Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Negativos del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final (GESAMBCONSULT, 2012):

- El monitoreo ambiental será ejecutado en base a los requerimientos del Plan de Monitoreo y el Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Negativos, dando seguimiento al Plan de Manejo Ambiental del Proyecto y en concordancia con lo establecido en el Contrato del mismo.
- El monitoreo ambiental para los parámetros a ser monitoreados, será ejecutado por un laboratorio (o más de uno) que posea una acreditación vigente en los parámetros requeridos en la legislación aplicable.
- Los equipos y materiales utilizados presentan conformidad con las especificaciones requeridas para el tipo de muestreo y/o análisis a realizar. La metodología para el monitoreo ambiental corresponde a aquella en uso por los laboratorios acreditados ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).
- Los criterios para selección de los puntos monitoreados están basado en aquellos identificados en conjunto con el cliente y en el mejor criterio técnico definido en conjunto con los laboratorios acreditados.
- La realización y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.
- Los cronogramas anexos al presente documento están basados en la planificación entregada al cliente. Los mismos están ajustados acorde a la apertura de frentes de obra, esto quiere decir que las actividades de monitoreo en el frente programado comenzarán una vez que el frente de obra cuente con actividades constructivas. La frecuencia de los monitoreos cumple lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.
- Para la ejecución del monitoreo se realizará con contratistas acreditados ante el Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

A continuación, se presentan las consideraciones, metodología, cronograma, para la ejecución de los programas de monitoreo

### 6.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS

#### 6.1.1 Medidas para el control de la contaminación del por material particulado

Acorde a lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental se deberá realizar un plan de monitoreo ambiental para todos los frentes de obra para la emisión de material particulado, mismo que se detalla en la tabla 6-1.

**Tabla 6-1  
Monitoreo Material Particulado**

Detalle	Parámetros a medir	Metodología	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
Material Particulado	MP (2.5)	Medición continua 24 horas	Bimestral	Frentes de obra operativos
	MP (10)			

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>6 de 35</b>

#### 6.1.1.1 Metodología de monitoreo

La metodología a emplear comprende aquella determinada en la normativa ambiental vigente (TULSMA, Libro VI, Anexo 4 de la Calidad de Aire Ambiente), la metodología se presenta en la tabla 6-2.

**Tabla 6-2  
Método de Muestreo para Calidad del Aire**

Detalle	Parámetros a medir	Métodos de Medición	Principio de determinación	Equipo-Marca
Material Particulado	MP (2.5)	EPA: CFR, parte 50, Apéndice L	Método gravimétrico de bajo caudal	BGI
	MP (10)	EPA: CFR, parte 50, Apéndice J	Método gravimétrico de bajo caudal	BGI

#### 6.1.1.2 Ubicación de sitios de medición

Acorde a lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental, el monitoreo de la calidad del aire se realizará en forma bimestral en diez (10) sitios próximos al desarrollo del Proyecto, dentro del área de trabajo. Para seleccionar los 10 sitios próximos al desarrollo del proyecto se tomará en cuenta los frentes de obra operativos. Se monitoreará un punto en cada uno de los 10 frentes de obra operativos seleccionados y se considerará lo siguiente:

- Ubicación de receptores sensibles, las actividades de construcción de mayor impacto sobre la calidad del aire y potenciales barreras o condiciones naturales.
- Determinación de las condiciones climáticas al momento de efectuar el monitoreo, como humedad, temperatura, velocidad del viento y dirección del viento. Igualmente se considerará estas variables al momento de interpretar los resultados.

#### 6.1.1.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo es bimestral y su cronograma se encuentra detallado en la siguiente tabla.

La realización y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.





CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 8 de 35

### 6.1.2 Medidas para el control de la contaminación por emisiones gaseosas

La prevención y mitigación de impactos negativos para emisiones de gases se concentrará en el monitoreo de Emisiones vehiculares que se presenta en la tabla 6-3 Monitoreo de Emisiones Gaseosas:

**Tabla 6-3  
Monitoreo de Emisiones Gaseosas**

Monitoreo	Parámetros a medir	Metodología	Equipo	Frecuencia	Número de Puntos
Emisiones vehiculares	Opacidad	NTE INEN 2 203:2000*	MAHA Modelo MET 6.3.	Bimestral	10 vehículos**
	CO NO <sub>x</sub> SO <sub>2</sub>	Sensores electroquímicos	Analizador portátil de gases		

Notas:

\*Límites permisibles conforme norma INEN 2203:2000. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralenti". Prueba estática.

\*\*Vehículos se refiere a la maquinaria pesada.

#### 6.1.2.1 Metodología

Para la medición de la opacidad el método de ensayo se basará en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape (Norma INEN 2202 – Metodología de mediciones, Norma INEN 2207 – Límite máximos permisibles).

El monitoreo de CO, NO, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>2</sub>, se realizará con un analizador portátil de gases, que tiene como principio de determinación sensores electroquímicos, los límites de detección, cuantificación y límite superior se detallan en la tabla presentada a continuación:

**Tabla 6-4  
Límites de detección, cuantificación y límite superior**

PARÁMETRO	LD (ppm)	LC (ppm)	LS (ppm)
CO	1	10	2.250
NO	2	10	1.150
SO <sub>2</sub>	1	3	1.130
NO <sub>2</sub>	0,5	10	450

#### 6.1.2.2 Ubicación de sitios de medición

El plan de manejo ambiental estipula que el monitoreo de emisiones vehiculares en 10 sitios a lo largo del alineamiento del metro. Para seleccionar los 10 sitios se tomará en cuenta los frentes de obra operativos. En cada sitio seleccionado se procederá a la medición de 1 vehículo de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Vehículos pesados que desarrollen actividades dentro del frente de obra.
- El sistema de escape del vehículo debe estar en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos.



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 9 de 35

### 6.1.2.3 Frecuencia de Monitoreo

Los monitoreos de emisiones vehiculares se realizarán en forma bimestral en los frentes de obra operativos. El cronograma de monitoreo para medición de emisiones vehiculares se encuentra detallado en la siguiente tabla.

La ejecución y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.





CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 11 de 35

### 6.1.3 Medidas para el control de la contaminación por COVs

La medición de concentración de COV's dentro de las excavaciones subterráneas se presenta en la tabla 6-5 Monitoreo de Emisiones Gaseosas:

**Tabla 6-5  
Monitoreo de Gases**

Monitoreo	Parámetros a medir	Equipo	Frecuencia
Ambiente -Dentro de las excavaciones subterráneas	COV's	TVOC®	Continuo durante operación de tuneladoras

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

#### 6.1.3.1 Metodología

Para la medición de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), cada una de las tuneladoras contará con un sensor para su medición marca TVOC® – ATEX Detector fijo certificado de COV. El funcionamiento del sensor es continuo mismo que detecta la presencia de COV mediante tecnología PID (Detección de foto ionización). Los sensores se encontrarán ubicados a la salida de la máquina transportadora de material excavado y en caso de que los niveles de concentración de COV's sobrepasen los niveles permisibles se activará el sistema de alarma del sensor.

#### 6.1.3.2 Ubicación de sitios de medición

Los sensores se encontrarán ubicados a la salida de la máquina transportadora de material excavado de cada tuneladora.

#### 6.1.3.3 Frecuencia de Monitoreo

Las mediciones serán continuas durante la operación de las tuneladoras.

### 6.1.4 Medidas para el control de la contaminación por ruido

El monitoreo de Ruido Ambiental se presenta en la tabla 6-6

**Tabla 6-6  
Monitoreo Ruido Ambiental**

PARÁMETRO	Detalle	Parámetros	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
Ruido	Ambiental	NPSeq [dB(A)] L máximo (Lmax), L mínimo (Lmin) y L equivalente (Leq)	N.D	Equipos e instalaciones con mayor ruido

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> <b>ESPECÍFICO DEL CONTRATO</b> <input type="checkbox"/> <b>CORPORATIVO</b>	
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>12 de 35</b>

#### 6.1.4.1 Metodología

La medición del NPS Leq, se lo realizará a través de un decibelímetro (sonómetro) normalizado y calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los equipos de medición a emplearse serán propios del Consorcio CL1 y contarán con los respectivos certificados de calibración.

#### 6.1.4.2 Ubicación de sitios de medición

Se realizará un monitoreo a los equipos e instalaciones que generen mayor ruido. La realización y ubicación de sitios de medición variaran de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera Línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.

#### 6.1.4.3 Frecuencia de monitoreo

Los monitoreos se ejecutarán acorde la presencia de equipos e instalaciones con mayor ruido y con al menos una frecuencia semanal para los equipos que generen mayor ruido.



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 13 de 35

## 6.2 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL

### 6.2.1 MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

Los programas comprendidos dentro del monitoreo de la Calidad del Aire se presentan en la tabla 6-7:

**Tabla 6-7  
Monitoreo Calidad del Aire**

Monitoreo	Detalle	Parámetros a medir	Metodología	Frecuencia	Número de sitios/puntos
Calidad de Aire	Partículas	MP (2.5)	Medición continua 24 horas	Semestral	10
		MP (10)	Medición continua 24 horas		
	Gases	NOx y SO <sub>2</sub>	Tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno		3
	Ambiente -Dentro de las excavaciones subterráneas	CO <sub>2</sub> , CO y CH <sub>4</sub>	Medición continua 24 horas		

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

#### 6.2.1.1 Metodología de monitoreo

La metodología a emplear comprende aquella determinada en la normativa ambiental vigente (TULSMA, Libro VI, Anexo 4 de la Calidad de Aire Ambiente), la metodología se presenta en la tabla 6-8 y tabla 6-9.

**Tabla 6-8  
Método de Muestreo para Calidad del aire en exteriores**

Detalle	Parámetros a medir	Métodos de Medición	Principio de determinación	Equipo-Marca
Material Particulado	MP (2.5)	EPA: CFR, parte 50, Apéndice L	Método gravimétrico de bajo caudal	BGI
	MP (10)	EPA: CFR, parte 50, Apéndice J	Método gravimétrico de bajo caudal	BGI
Gases	NOx	EPA: RFNA-0202-146	Tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno	Thermo/ Environnement
	SO <sub>2</sub>	EPA: EQSA-0802-149		Thermo/ Environnement

**Tabla 6-9  
Método de Muestreo para Calidad del Aire en ambiente Subterráneo**

Detalle	Parámetros a medir	Principio de determinación	Equipo-Marca
Ambiente - Dentro de las excavaciones subterráneas	CO <sub>2</sub>	Electroquímico	Thermo/ Environnement

CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>14 de 35</b>

	CO	Electroquímico	Thermo/ Environnement
	CH4	Electroquímico	Thermo/ Environnement

### 6.2.1.2 Ubicación de sitios de medición

La ubicación de los puntos de monitoreo serán definidos en conjunto con el cliente o identificados en conjunto con el laboratorio acreditado, conforme lo indicado en el Plan de Manejo Ambiental. La ubicación de los puntos de monitoreo considerará:

- Ubicación de receptores sensibles, las actividades de construcción de mayor impacto sobre la calidad del aire y potenciales barreras o condiciones naturales.
- De ser aplicable, se considerará los puntos donde se hayan aplicado medidas correctivas de modo que se pueda determinar su efectividad.

Al momento de efectuar el monitoreo se determinarán las condiciones climáticas como humedad, temperatura, velocidad del viento y dirección del viento. Igualmente se considerará estas variables al momento de interpretar los resultados. Las mediciones de calidad de aire en las excavaciones subterráneas serán realizadas en los portales de ingreso a los túneles.

### 6.2.1.3 Frecuencia de monitoreo

El monitoreo de calidad del aire se ejecutará con frecuencia semestral. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla.

La frecuencia y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	REVISIÓN: 04
	ACCESO: IRRESTRICTO	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 15 de 35

FRENTEROS DE OBRA		MONITOREO CALIDAD DE AIRE																																				
		Material particulado y Gases																																				
		Año 1			Año 2			Año 3																														
Semestre 1			Semestre 2			Semestre 3			Semestre 4			Semestre 5			Semestre 6			Total																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Total		
1							1					1																									3	
2																																						4
3				1						1																												6
4																																						4
5																																						5
6																																						6
7																																						4
8																																						4
9																																						4
10																																						4
11																																						4
12																																						4
13																																						4
14																																						4
15																																						4
16																																						4
17																																						4
<b>Total</b>																																						<b>44</b>

Frecuencia: Semestral

Sitios: 10 sitios identificados, cercanos a receptores sensibles

Parámetros\*: MP2.5, MP10, NOx, SO2 - Calidad del Aire

Parámetros: CO2, CO y CH4 dentro de las excavaciones subterráneas

\* Parámetros aplican para todos los puntos

Monitoreo  
 Actividades en el frente de obra

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 16 de 35

## 6.2.2 MONITOREO DE EMISIONES – FUENTES MÓVILES

El monitoreo de Emisiones vehiculares se presenta en la tabla 6-10 Monitoreo de Emisiones – Fuentes Móviles:

**Tabla 6-10  
Monitoreo de Emisiones – Fuentes Móviles**

Monitoreo	Parámetros a medir	Metodología	Equipo	Frecuencia	Número de Puntos
Emisiones vehiculares	Opacidad	NTE INEN 2 203:2000*	MAHA Modelo MET 6.3.	Anual	10 vehículos**
	CO NO <sub>x</sub> SO <sub>2</sub>	Sensores electroquímicos	Analizador portátil de gases		

Notas:

\*Límites permisibles conforme norma INEN 2203:2000. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralenti". Prueba estática.

\*\*Vehículos se refiere a la maquinaria pesada.

### 6.2.2.1 Metodología de Monitoreo

Para la medición de la opacidad el método de ensayo se basará en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape (Norma INEN 2202 – Metodología de mediciones, Norma INEN 2207 – Límite máximos permisibles).

El monitoreo de CO, NO, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>2</sub>, se realizará con un analizador portátil de gases, que tiene como principio de determinación sensores electroquímicos, los límites de detección, cuantificación y límite superior se detallan en la tabla presentada a continuación:

**Tabla 6-11  
Límites de detección, cuantificación y límite superior.**

PARÁMETRO	LD (ppm)	LC (ppm)	LS (ppm)
CO	1	10	2.250
NO	2	10	1.150
SO <sub>2</sub>	1	3	1.130
NO <sub>2</sub>	0,5	10	450

### 6.2.2.2 Ubicación de sitios de medición

El plan de manejo ambiental estipula que el monitoreo de emisiones vehiculares se realizará de forma anual en 10 sitios a lo largo del alineamiento del metro. Para seleccionar los 10 sitios se tomará en cuenta los frentes de obra operativos. En cada sitio seleccionado se procederá a la medición de 1 vehículo de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Vehículos que desarrolle actividades dentro del frente de obra.
- Vehículos disponibles para realizar la medición.
- El sistema de escape del vehículo debe estar en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos.

La ejecución y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.

### 6.2.2.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia del monitoreo es anual. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla:



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	HOJA N° / TOTAL DE HOJAS: 04 / 35
	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 17 de 35

		Año 1												Año 2												Año 3													
		Meses																																					
FRENTE DE OBRA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Total	
1	PATIO DE TALLERES Y COCHERAS	1															1																						2
2	QUITUMBE																																						1
3	MORÁN VALVERDE																																						1
4	SOLANDA																																						1
5	EL CALZADO																																					2	
6	EL RECREO																																					1	
7	LA MAGDALENA																																					1	
8	SAN FRANCISCO																																					3	
9	LA ALAMEDA																																					1	
10	EL EJIDO																																					2	
11	UNIVERSIDAD CENTRAL																																					2	
12	PRADERA																																					2	
13	CAROLINA																																					2	
14	IÑAQUITO																																					2	
15	JIPUJAPA																																					2	
16	LABRADOR																																					0	
17	FONDO DE SACO																																					3	
<b>Total</b>		10										10										10										30							

Frecuencia: Anual

Sitios: 1 vehículo en 10 sitios

Parámetros: Opacidad, Nox, CO

\* Parámetros aplican para todos los puntos

Actividades en el frente de obra  
 1 Monitoreo

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 18 de 35

### 6.2.3 MONITOREO DE RUIDO: CALIDAD AMBIENTAL

El monitoreo de Ruido Ambiental se presenta en la tabla 6-12

**Tabla 6-12  
Monitoreo Ruido Ambiental**

PARÁMETRO	Detalle	Parámetros	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
Ruido	Ambiental	NPSeq [dB(A)] L máximo (Lmax), L mínimo (Lmin) y L equivalente (Leq)	Semestral	10

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

#### 6.2.3.1 Metodología

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto al ruido ambiental en los linderos en zonas próximas a receptores sensibles. La medición del NPS Leq, se lo realizará según lo estipulado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en el anexo 5 de su libro VI, Ministerial AM28 del 13 de febrero del 2015, a través de un decibelímetro (sonómetro) normalizado previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

#### 6.2.3.2 Ubicación de sitios de medición

Se realizará un monitoreo en diez sitios (frentes de obra) a lo largo de la construcción del Metro principalmente en las zonas potencialmente afectadas. La realización y ubicación de sitios de medición variaran de acuerdo al avance de las obras de construcción de la Primera línea de Metro de Quito y conforme la apertura de los respectivos frentes de servicio.

#### 6.2.3.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo es semestral. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla:



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	REVISIÓN: 04
	ACCESO: IRRESTRICTO	HOJA N° TOTAL DE HOJAS: 19 de 35

MONITOREO EMISIONES DE RUIDO																																									
FRENTE DE OBRA	Año 1										Año 2										Año 3										Total										
	Semestre 1					Semestre 2					Semestre 3					Semestre 4					Semestre 5					Semestre 6															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36				
1 PATIO DE TALLERES Y COCHERAS	1							1																																	3
2 QUITUMBE																																									0
3 MORÁN VALVERDE				1																																					4
4 SOLANDA	1							1																																	6
5 EL CALZADO	1							1																																	4
6 EL RECREO	1							1																																	5
7 LA MAGDALENA																																									0
8 SAN FRANCISCO	1							1																																	6
9 LA ALAMEDA																																									0
10 EL EJIDO																																									0
11 UNIVERSIDAD CENTRAL																																									0
12 PRADERA																																									4
13 CAROLINA																																									0
14 ÑAQUITO	1																																								4
15 JIPIJAPA	1																																								4
16 LABRADOR																																									0
17 FONDO DE SACO	1																																								4
<b>Total</b>	<b>10</b>					<b>10</b>					<b>7</b>					<b>8</b>					<b>7</b>					<b>2</b>					<b>44</b>										

Frecuencia: Semestral

Sitios: 10 sitios

Actividades en el frente de obra  
 1 Monitoreo

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 20 de 35

## 6.2.4 MONITOREO DE NIVELES DE VIBRACIÓN

El monitoreo de niveles de vibraciones comprende la recopilación de información respecto a la generación de vibraciones debido al proyecto en zonas próximas a receptores sensibles. El equipo para realizar estas mediciones será un Vibrometro Larson Davis.

Conforme el Plan de Manejo Ambiental se realizará además monitoreos de integridad de estructuras y asentamientos del terreno los cuales serán realizados y cubiertos a través del programa de Auscultación del Proyecto de Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito por lo cual no se describen en el presente procedimiento.

### 6.2.4.1 Metodología de monitoreo

Para la metodología de medición se seguirá lo establecido en la Norma UNE-ISO 2631-2, como define el Acuerdo Ministerial 097-A del 30 de Julio del 2015. Son Criterios establecidos en el Plan de Manejo Ambiental:

- La medición de vibraciones se realizará en un transecto de 200 metros de ancho a cada lado del eje del túnel con la finalidad de verificar si el proyecto pudiera estar afectando la integridad estructural de las infraestructuras, principalmente aquellas que puedan ser consideradas como críticas. Esto con la finalidad de verificar si el proyecto pudiera estar afectando la integridad estructural de las infraestructuras, principalmente aquellas que puedan ser consideradas como críticas.
- El transecto irá avanzando con el progreso del frente de excavación.
- Los registros obtenidos durante la construcción servirán de base para determinar los transectos más críticos que continuarán siendo monitoreados durante la operación.

### 6.2.4.2 Ubicación de sitios de medición

Para la determinación del sitio de monitoreo se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Determinación de receptores sensibles como escuelas, centros médicos, iglesias, viviendas entre otros; que se encuentren próximos al frente de obra.
- El suelo del lugar elegido debe ser firme ya que el sensor se adhiere al mismo con cinta doble faz, por lo tanto el suelo no puede ser de tierra, arena o similares.

### 6.2.4.3 Frecuencia de Monitoreo

La realización y ubicación de sitios de medición variarán de acuerdo al avance y la apertura de los respectivos frentes de servicio de construcción de la Primera línea de Metro de Quito (paso de tuneladora).

## 6.2.5 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

### 6.2.5.1 Metodología de monitoreo

El Plan de Manejo ambiental estipula los siguientes parámetros que deberán ser monitoreados en las aguas superficiales:

**Tabla 6-13  
Monitoreo Calidad de Aguas Superficiales**

Detalle y Especificaciones	Parámetros	Método de Referencia	Frecuencia	Número de Puntos
Agua superficial	pH	SM 4500 H / MM-AG/S-01 (Ver nota)	Trimestral	41 quebradas Ver tabla 6-14
	Temperatura	SM 2550 / MM-AG-43		
	Conductividad	EPA 9050 A / MM-AG/S-02		



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 21 de 35

**Tabla 6-13  
Monitoreo Calidad de Aguas Superficiales**

Detalle y Especificaciones	Parámetros	Método de Referencia	Frecuencia	Número de Puntos
	Turbidez	HACH 8237 / MM-AG-04		
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 B,D / MM-AG-19		
	Oxígeno Disuelto	SM 4500 O,G / MM-AG-03		
	Sólidos Suspendidos	SM 2540 D / MM-AG-05		
	Sólidos Totales	SM 2540 B / MM-AG-06		
	Hidrocarburos Totales	EPA 8015 D / MM-AG-23		
	Coliformes Fecales y Totales	SM 9223 A,B / MM-AG/S-20.		
	PHAs	EPA 8270 D / MM-AG-22		
	Aceites y Grasas	EPA 1664 / MM-AG/S-32		

Nota: SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicación de la American Public Health Association (APHA)

EPA: Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final

#### 6.2.5.1.1 Metodología toma de muestra

La metodología que se utilizará para la toma de muestras, conforme información provista por el laboratorio acreditado ante el SAE, comprende las siguientes normas y procedimientos:

- Capítulo 1060 Collection and Preservation of Samples - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.
- Normas INEN 2169, del Manual para Muestreo de Aguas y Sedimentos de la Dirección del Medio Ambiente.
- Procedimientos específicos para cada parámetro de análisis, establecidos en por la U.S. EPA.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98 (Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservación de muestras).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 176:1998 (Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo).

#### 6.2.5.1.2 Metodología Conservación de muestra

Conforme información provista por el laboratorio acreditado ante el SAE: las muestras serán tapadas rápidamente, eliminando los espacios de aire (burbujas) que estén dentro del recipiente y serán dispuestas y preservadas a oscuras a 4°C. Para esto se las coloca luego de su recolección en hieleras junto con una o dos fundas de hielo, y posteriormente, al llegar al laboratorio, serán almacenadas en el cuarto frío. En caso de parámetros específicos, se realiza la preservación de las muestras en campo utilizando pereservantes adecuados.

A cada muestra se le colocará una etiqueta indeleble, que no se ve afectada por el contacto con el agua y/o humedad, entre otros factores.

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 22 de 35

Si la muestra se filtra en campo, se emplearán filtros desechables con poros de 0,45 micrones de abertura y se escribirá la correspondiente nota en el rótulo, en la COC y en el registro de muestreo.

### 6.2.5.2 Ubicación de sitios de medición

Las muestras para determinación de la calidad de agua se tomarán en las quebradas identificadas en el Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final (GESAMBCONSULT, 2012). Las quebradas listadas en el Plan de Manejo Ambiental comprenden las siguientes:

**Tabla 6-14**  
**Quebradas para Monitoreo Calidad de Aguas Superficiales**

Flanco Occidental	Flanco Oriental
Q. Atucucho	Q. Manosalvas
Q. Pulida Grande	Q. Jerusalén
Q. San Lorenzo	Q. San Isidro
Q. De las Delicias	Q. Tsinyacu
Q. Yacupugru	Q. de la Funeral
Q. La Concepción	Q. Rosario
Q. San Isidro	Q. del Guabo
Q. Caicedo	Q. Rumichaca
Q. Manosalvas	Q. de la Comunidad
Q. Jerusalem	Q. Miraflores
Q. Rumichaca	Q. Luluncoto
Q. de la Comunidad	Q. Chiryacu
Q. Vásconez	Q. Pucanacha
Q. Miraflores	Q. Clemencia
R. Machángara	Q. San Bartolo
Q. San Bartolo	Q. El Tránsito
Q. El Táansito	Q. Shanshayacu
Q. El Colegio	Q. Ortega
Q. EL Calvario	Q. de la Granja
Q. El Rosario	Q. El Rosario
	Q. San Isidro

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Quebradas afectadas directamente por el proyecto. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.  
Nota: Conforme la época del año algunas quebradas no tendrán agua por ser estacionales.

### 6.2.5.3 Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia de monitoreo de aguas superficiales (quebradas) será trimestral acorde a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla:



CÓDIGO: SC-CL1-IMA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	REVISIÓN: 04
	ACCESO: IRRESTRICTO	HOJA Nº / TOTAL DE HOJAS: 23 de 35

MONITOREO CALIDAD DE AGUA																																					
Monitoreo de Aguas Superficiales																																					
QUEBRADAS	Año 1												Año 2												Año 3												
	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Trimestre 5			Trimestre 6			Trimestre 7			Trimestre 8			Trimestre 9			Trimestre 10			Trimestre 11			Trimestre 12			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Total
1	Q. Atacucho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	Q. Pulida Grande	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
3	Q. San Lorenzo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
4	Q. De las Delicias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
5	Q. Yacupugru	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
6	Q. La Concepción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
7	Q. San Isidro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
8	Q. Caicedo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
9	Q. Manosalvas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
10	Q. Jerusalem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
11	Q. Rumichaca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
12	Q. de la Comunidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
13	Q. Vásquez	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
14	Q. Miraflores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
15	R. Machángara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
16	Q. San Bartolo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
17	Q. El Tánsito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
18	Q. El Colegio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
19	Q. EL Calvario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
20	Q. El Rosario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
21	Q. Manosalvas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
22	Q. Jerusalén	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
23	Q. San Isidro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
24	Q. Tsinyacu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
25	Q. de la Funeral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 24 de 35
	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04

		Año 1												Año 2												Año 3												Total
		Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Trimestre 5			Trimestre 6			Trimestre 7			Trimestre 8			Trimestre 9			Trimestre 10			Trimestre 11			Trimestre 12			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<b>QUEBRADAS</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
26	Q. Rosario	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
27	Q. del Guabo	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
28	Q. Rumichaca	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
29	Q. de la Comunidad	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
30	Q. Miraflores	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
31	Q. Luluncoto	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
32	Q. Chiriyacu	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
33	Q. Pucanacha	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
34	Q. Clemencia	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
35	Q. San Bartolo	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
36	Q. El Tránsito	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
37	Q. Shanshayacu	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
38	Q. Ortega	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
39	Q. de la Granja	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
40	Q. El Rosario	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
41	Q. San Isidro	1					1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	12
<b>Total</b>		41				41			41			41			41			41			41			41			41			41			41			41		492

Frecuencia: Trimestral

Sitios: 41 quebradas

Parámetros\*: pH, Temperatura, Conductividad, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales, Sólidos Suspendedos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales y Totales, PHAs y Aceites y Grasas

\* Parámetros aplican para todos los puntos

1 Monitoreo



CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>25 de 35</b>

## 6.2.6 MONITOREO DE AGUAS DE INFILTRACIÓN RECUPERADA

### 6.2.6.1 Metodología de monitoreo

El plan de Manejo Ambiental establece que los parámetros a monitorear serán los mismos que para el monitoreo de las aguas superficiales, mismo que se describen en la tabla 6-15:

**Tabla 6-15**  
**Monitoreo Calidad de Aguas de Infiltración Recuperadas**

Detalle y Especificaciones	Parámetros	Metodología	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
Agua de infiltración	pH	SM 4500 H / MM-AG/S-01	Mensual	en un punto aguas arriba y en otro aguas abajo del (los) punto (s) de recuperación de aguas de infiltración previo su descarga al medio
	Temperatura	SM 2550 / MM-AG-43		
	Conductividad	EPA 9050 A / MM-AG/S-02		
	Turbidez	HACH 8237 / MM-AG-04		
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 B,D / MM-AG-19		
	Oxígeno Disuelto	SM 4500 O,G / MM-AG-03		
	Sólidos Suspendedos	SM 2540 D / MM-AG-05		
	Sólidos Totales	SM 2540 B / MM-AG-06		
	Hidrocarburos Totales	EPA 8015 D / MM-AG-23		
	Coliformes Fecales y Totales	SM 9223 A,B / MM-AG/S-20		
	PHAs (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)	EPA 8270 D / MM-AG-22		
Aceites y Grasas	EPA 1664 / MM-AG/S-32			

Nota:

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicación de la American Public Health Association (APHA)  
EPA: Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

#### 6.2.6.1.1 Metodología toma de muestra

La metodología que se utilizará para la toma de muestras, conforme información provista por el laboratorio acreditado por el Sistema de Acreditación Ecuatoriano SAE que ejecutará estos análisis, comprende las siguientes normas y procedimientos:

- Capítulo 1060 Collection and Preservation of Samples - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.
- Normas INEN 2169, del Manual para Muestreo de Aguas y Sedimentos de la Dirección del Medio Ambiente.
- Procedimientos específicos para cada parámetro de análisis, establecidos en por la U.S. EPA.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98 (Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservación de muestras).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 176:1998 (Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo).

#### 6.2.6.1.2 Metodología Conservación de muestra

Conforme información provista por el laboratorio, acreditado por el Sistema de Acreditación Ecuatoriano SAE: las muestras serán tapadas rápidamente, eliminando los espacios de aire (burbujas) que estén dentro del recipiente y serán dispuestas y preservadas a oscuras a 4°C. Para esto se las coloca luego de su recolección en hieleras junto con una o dos fundas de hielo, y posteriormente, al llegar al laboratorio, serán almacenadas en el cuarto frío. En caso de parámetros específicos, se realiza la preservación de las muestras en campo utilizando perseverantes adecuados.

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/TOTAL DE HOJAS: 26 de 35

A cada muestra se le colocará una etiqueta indeleble, que no se ve afectada por el contacto con el agua y/o humedad, entre otros factores.

Si la muestra se filtra en campo, se emplearán filtros desechables con poros de 0,45 micrones de abertura y se escribirá la correspondiente nota en el rótulo, en la COC y en el registro de muestreo.

### 6.2.6.2 Ubicación de sitios de medición

Conforme lo indicado en el PMA durante la construcción del proyecto, se pueden producir infiltraciones de aguas subterráneas hacia el interior del túnel y excavaciones subterráneas (estaciones). El Plan de Manejo Ambiental prevé la realización de un monitoreo mensual de las aguas de infiltración recuperadas, en un punto aguas arriba y en otro aguas abajo del (los) punto (s) de recuperación de aguas de infiltración previo su descarga al medio. Los sitios a realizarse el monitoreo de aguas de infiltración serán determinados conforme se identifique la ocurrencia de aguas de infiltración previo descarga.

### 6.2.6.3 Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia del monitoreo de aguas de infiltración será mensual en aquellos lugares donde se recuperen las aguas de infiltración previo descarga al medio.

## 6.2.7 MONITOREO DE AGUAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS – ACUÍFEROS

### 6.2.7.1 Metodología de monitoreo

El detalle del monitoreo de Aguas Subterráneas, acorde a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental se presenta en la tabla 6-16 Monitoreo Calidad de Aguas Subterráneas:

**Tabla 6-16  
Monitoreo Calidad de Aguas Subterráneas**

Detalle y Especificaciones	Parámetros	Metodología	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
Agua subterránea	pH	SM 4500 H / MM-AG/S-01	Trimestral	Acuíferos Sur y Centro-Norte de Quito (2 acuíferos)
	Conductividad	EPA 9050 A / MM-AG/S-02		
	Oxígeno	SM 4500 O,G / MM-AG-03		
	Sólidos totales	SM 2540 B / MM-AG-06		
	Dureza	SM 2340 B/ EPA 6020 / MM-AG-21		
	Amonio	SM 4500 Norg / MM-AG-15		
	Nitrato	EPA 300.1 / MM-AG-37		
	Sulfato	EPA 300.1 / MM-AG-37		
	Cloruro	EPA 300.1 / MM-AG-37		
	Fósforo total	EPA 6020 A / MM-AG/S-39		
	Alcalinidad total como CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 / MM-AG-09		
	DBO <sub>5</sub>	SM 5210 B,D / MM-AG-19)		
	DQO	SM 5220 D / MM-AG-18		
	Hidrocarburos totales	EPA 8015 D / MM-AG-23		
	Coliformes totales y fecales	SM 9223 A,B / MM-AG/S-20		
Aniones y elementos no metálicos: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Calcio, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Silicio y Sodio	EPA 6020 A / MM-AG/S-39			

Nota:

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicación de la American Public Health Association (APHA)

EPA: Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 27 de 35

#### 6.2.7.1.1 Metodología toma de muestra

Para recolectar las muestras de aguas subterráneas se empleará baylers (bailer). La metodología que se utilizará para la toma de muestras, conforme información provista por el laboratorio acreditado que ejecutará los análisis, comprende las siguientes normas y procedimientos:

- EPA, "Technical Guidance Manual for Ground Water Investigations Chapter 10 Ground Water Sampling", Febrero 2006.
- EPA, "Technical Guidance Manual for Ground Water Investigations Chapter 8 Monitoring Well Development, Maintenance, And Redevelopment", Febrero 2009.
- EPA, "Groundwater Sampling". Marzo. 2013

#### 6.2.7.1.2 Metodología Conservación de muestra

Conforme información provista por el laboratorio acreditado por el SAE: las muestras serán tapadas rápidamente, eliminando los espacios de aire (burbujas) que estén dentro del recipiente y serán dispuestas y preservadas a oscuras a 4°C. Para esto se las coloca luego de su recolección en hieleras junto con una o dos fundas de hielo, y posteriormente, al llegar al laboratorio, serán almacenadas en el cuarto frío. En caso de parámetros específicos, se realiza la preservación de las muestras en campo utilizando pereservantes adecuados.

A cada muestra se le colocará una etiqueta indeleble, que no se ve afectada por el contacto con el agua y/o humedad, entre otros factores.

Si la muestra se filtra en campo, se emplearán filtros desechables con poros de 0,45 micrones de abertura y se escribirá la correspondiente nota en el rótulo, en la COC y en el registro de muestreo.

#### 6.2.7.2 Ubicación de sitios de medición

Conforme lo indicado en el PMA se utilizará los sondeos de investigación realizados para el diseño de la infraestructura para el monitoreo de las aguas subterráneas de los acuíferos sur de Quito y Centro-Norte de Quito. Se monitoreará un sondeo cada 5 Km de longitud de la infraestructura.

Los puntos de monitoreo será identificados previo al inicio de los trabajo en coordinación con la EPMMQ.

#### 6.2.7.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo será trimestral. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla:

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 28 de 35
	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04

MONITOREO CALIDAD DE AGUA																																				
Monitoreo de Aguas Subterráneas																																				
ACUÍFERO	Año 1												Año 2												Año 3											
	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Trimestre 5			Trimestre 6			Trimestre 7			Trimestre 8			Trimestre 9			Trimestre 10			Trimestre 11			Trimestre 12		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Centro - Norte	2				3				2		3				2		3				2					2				3				2		29
Sur	3				2					3				2			2					3				3				2				3		31
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	

Frecuencia: Trimestral

Sitios: 5 puntos

Parámetros\*: pH, Conductividad, O<sub>2</sub>ígeno, Sólidos totales, Dureza, Amonio, Nitrate, Sulfate, Cloruro, Fósforo total, Alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub>, DBO<sub>5</sub>, DQO, Hidrocarburos totales, Coliformes totales, Coliformes fecales, Aniones y elementos no metálicos: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Calcio, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeseo, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Silicio y Sodio.

\* Parámetros aplican para todos los puntos

# Monitoreo a realizarse por acuífero (2 o 3)



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 29 de 35

## 6.2.8 CONTROL DE NIVEL FREÁTICO - PIEZOMÉTRICO

El control a través de piezómetros se realizará para controlar las posibles afecciones al nivel freático. La metodología presentada a continuación se ha obtenido del Plan de Auscultación y Control del proyecto de Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito. Las lecturas a ser presentadas serán obtenidas de la información y los resultados provistos y reportados por el programa de Auscultación del proyecto.

### 6.2.8.1 Metodología

- Se dispondrán de piezómetros de cuerda vibrante para el control del nivel freático.
- Los piezómetros de cuerda vibrante registran la presión de agua a la cota en la que se instalan. Consta básicamente de una cuerda vibrante o hilo de acero con un anclaje fijo en uno de sus extremos y sujeto a un diafragma en el otro. El cable es excitado eléctricamente, entre en resonancia y vibra, con una frecuencia que será proporcional a la tensión en el cable.
- Esta frecuencia induce una corriente alterna en una bobina la cual es detectada por la unidad de lectura.
- Los piezómetros de cuerda vibrante proporcionan la variación de presión que sufre el sensor como consecuencia de las oscilaciones de la columna del agua sobre él.

### 6.2.8.2 Ubicación de piezómetros

La distribución de los piezómetros a ser monitoreados será aquella definida en el plan de auscultación. La ubicación de los piezómetros en conjunto con la ubicación de la demás instrumentación de control., se realizará conforme las secciones tipo resultantes de cada sistema de excavación.

### 6.2.8.3 Frecuencia de lecturas

Conforme la metodología constructiva, sistema de excavación (túnel ejecutado en mina, túnel excavado con tuneladora o ejecución de pantallas) y los niveles de control, la lectura de los piezómetros variará de frecuencia (quincenal, semanal). No obstante, podrá ser modificada en función de los resultados obtenidos, de la evolución de los registros o de la superación de los umbrales de control establecidos.

La frecuencia de lecturas así como el cronograma de monitoreo será aquel reportado como parte del Plan de Auscultación.

## 6.2.9 MONITOREO DE SUELO

Para controlar si existe contaminación del suelo, se realizarán tomas de muestras en zonas de riesgo, como pueden ser: cocheras, talleres, etc. especialmente si se detecta algún derrame accidental. Es importante aclarar que a pesar de que el Plan de Manejo Ambiental considera a las escombreras como zonas de riesgos, las mismas no están a cargo del Consorcio Línea 1 Metro de Quito sino de EMGIRS y EPMOP, por lo que las escombreras no son sitios definidos para estos monitoreos.

La Tabla 6-17 presenta los parámetros que serán aplicados al análisis de las muestras de suelo cuando estas sean necesarias. Adicional a esto se realizarán muestreos del material extraído de la tuneladora una vez den inicio las actividades de perforación.

**Tabla 6-17  
Monitoreo de Suelo**

PARÁMETRO	Detalle y Especificaciones	Parámetros	Frecuencia	Número de Sitios/Puntos
	Suelo	Contaminación por hidrocarburos: Hidrocarburos	N.D.	De ser necesario, para controlar si existe

CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: <b>04</b>	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: <b>30 de 35</b>

<b>Calidad del Suelo</b>		Totales TPH, Benceno, Etilbenceno, Tolueno, Xileno, pH, humedad, Materia orgánica, granulometría, Aceites y Grasas		contaminación del suelo, se realizarán tomas de muestras en zonas de riesgo, como pueden ser: cocheras, talleres, etc. especialmente si se detecta algún derrame accidental.
	Suelo extraído de tuneladora	pH, humedad, Materia orgánica, granulometría, Aceites y Grasas, Hidrocarburos Totales TPH	Mensual	2 puntos Material de excavación extraído de la tuneladora

Fuente: GESAMBCONSULT, 2012. Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito. Informe Final.

#### 6.2.9.1.1 Metodología toma de muestra

La metodología que se utilizará para la toma de muestras, conforme información provista por el laboratorio acreditado que ejecutará estos análisis, se la realizará mediante el uso de un barreno. Durante la etapa de muestreo, las muestras serán manipuladas bajo las más estrictas condiciones de limpieza y seguridad mediante el uso de guantes de nitrilo evitando cualquier posibilidad de contaminación cruzada.

Se procederá a recolectar la muestra inalterada cada metro hasta llegar a la profundidad requerida. Cada muestra recuperada será colocada en bolsas ziploc, etiquetada siguiendo una codificación adecuada para posteriormente ser analizadas.

#### 6.2.9.1.2 Metodología Conservación de muestra

Conforme información provista por el laboratorio acreditado ante el SAE: las muestras serán debidamente codificadas, etiquetadas y registradas en los formatos de campo y en la Cadena de Custodia, lo que permitirá un rastreo adecuado hasta su llegada al laboratorio.

Todas las muestras elegidas para enviar al laboratorio serán colocadas en frascos de vidrio y se conservarán de manera inmediata en el cuarto frío, a temperaturas inferiores a 4° C. El tiempo máximo permitido entre la toma de la muestra y su llegada al laboratorio no excederá los 10 días.

#### 6.2.9.2 Ubicación de sitios de medición

De ser solicitadas y para controlar si existe contaminación del suelo, se realizarán tomas de muestras en zonas de riesgo, especialmente si se detecta algún derrame accidental. Es importante aclarar que a pesar de que el Plan de Manejo Ambiental considera a las escombreras como zonas de riesgos, las mismas no están a cargo del Consorcio Línea 1 Metro de Quito sino de EMGIRS y EPMOP, por lo que las escombreras no son sitios definidos para estos monitoreos.

Con respecto al material extraído de la tuneladora, se realizarán 2 muestras mensuales. 1 muestra en el área de recepción de sludge del tramo norte y la otra en el tramo sur.

#### 6.2.9.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia del monitoreo del suelo extraído de la excavadora será mensual, mismo que se encuentra detallado en la siguiente tabla:



CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: Monitoreo Ambiental	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	REVISIÓN: 04
	ACCESO: IRRESTRICTO	HOJA N° / TOTAL DE HOJAS: 31 de 35

	MONITOREO DE SUELO																																					
	Año 1												Año 2												Año 3													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	TOTAL	
<b>FRENTES DE OBRA</b>																																						
1 PATIO DE TALLERES Y COCHERAS																																						0
2 QUITUMBE																																						0
3 MORÁN VALVERDE																																						0
4 SOLANDA										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	
5 EL CALZADO																																					0	
6 EL RECREO																																					0	
7 LA MAGDALENA																																					0	
8 SAN FRANCISCO																																					0	
9 LA ALAMEDA																																					0	
10 EL EJIDO																																					0	
11 UNIVERSIDAD CENTRAL																																					0	
12 PRADERA																																					0	
13 CAROLINA																																					0	
14 ÑAQUITO																																					0	
15 JIPIJAPA																																					0	
16 LABRADOR										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
17 FONDO DE SACO																																					0	
<b>TOTAL</b>										2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	44	

Frecuencia: Mensual

Sitios: 1 punto del Material de excavadora

Parámetros\*: pH, humedad, Materia orgánica, granulometría, Aceites y Grasas, hidrocarburos: Hidrocarburos Totales (TPH)

\* Parámetros aplican para todos los puntos

- 1 Monitoreo
- Excavaciones Subterráneas

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 05/07/2016	ACCESO: IRRESTRICTO	REVISIÓN: 04	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 32 de 35

### 6.2.10 MONITOREO DE VARIABLES BIOTICAS

Conforme lo establecido en el Plan de manejo Ambiental, el objetivo de este monitoreo es determinar los resultados de las actuaciones ejecutadas de restauración de zonas verdes y en especial la implantación de la vegetación.

El monitoreo de flora será realizado cada 6 meses, se reportará:

- Los resultados de la aplicación del procedimiento desbroce, corte de árboles y limpieza de vegetación en áreas a ser intervenidas durante la construcción (SC-CL1-MA-005-PR),
- El registro de trasplantes de vegetación, y
- En la etapa de cierre de construcción el registro de revegetación y restauración de áreas intervenidas.

El monitoreo de la comprobación de la evolución y efectividad de las medidas realizadas para la siembra y plantaciones (medidas de restauración) le corresponderán a EPMMQ, pues conforme lo indicado en el Plan de Manejo Ambiental (GESAMBCONSULT, 2012) por lo menos se necesita dos años para determinar la evolución y efectividad de las medidas realizadas para la siembra y plantaciones.

#### 6.2.10.1 Metodología de Monitoreo

Se procederá a evaluar los resultados de las actuaciones ejecutadas en la fase de construcción, contemplando los siguientes aspectos:

- Siembras: grado de cobertura de los terrenos y necesidades de resiembras.
- Plantaciones: porcentaje de marras o planta muerta. En caso de existir marras, causas posibles.
- Se verificará la ejecución de los riegos de mantenimiento.

#### 6.2.10.2 Ubicación de sitios de medición

El monitoreo se realizará en los sitios que contengan vegetación que haya sido intervenida como parte del proceso constructivo.

#### 6.2.10.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo de variables bióticas será semestral. El cronograma de monitoreo se encuentra detallado en la siguiente tabla:



CÓDIGO: <b>SC-CL1-MA-008-PR</b>	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>	NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO
CONTRATO: <b>Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2</b>	FECHA DE EMISIÓN: <b>05/07/2016</b>	REVISIÓN: <b>04</b> HOJA N° TOTAL DE HOJAS: <b>33 de 35</b>
	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	

	MONITOREO VARIABLES BIÓTICAS																																								
	Año 1												Año 2												Año 3																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	TOTAL				
<b>FRENTES DE OBRA</b>																																									
1 PATIO DE TALLERES Y COCHERAS																		1																				1	4		
2 QUITUMBE																																								1	1
3 MORÁN VALVERDE																																									2
4 SOLANDA																																									0
5 EL CALZADO																																								2	
6 EL RECREO																																								2	
7 LA MAGDALENA																																								1	
8 SAN FRANCISCO																																								1	
9 LA ALAMEDA																																								1	
10 EL EJIDO																																								1	
11 UNIVERSIDAD CENTRAL																																								1	
12 PRADERA																																								1	
13 CAROLINA																																								1	
14 ÑAQUITO																																								2	
15 JIPIJAPA																																								1	
16 LABRADOR																																								2	
17 FONDO DE SACO																																								0	
<b>TOTAL</b>																																								2	

Frecuencia: Semestral  
Sitios: Áreas restauradas

Actividades en el frente de obra  
 Monitoreo semestral

CÓDIGO: SC-CL1-MA-008-PR	TÍTULO: <b>Monitoreo Ambiental</b>		NIVEL: <input checked="" type="checkbox"/> ESPECÍFICO DEL CONTRATO <input type="checkbox"/> CORPORATIVO	
CONTRATO: Primera Línea del Metro de Quito – Fase 2	FECHA DE EMISIÓN: 23/05/2016	ACCESO: <b>IRRESTRICTO</b>	REVISIÓN: 02	HOJA N°/ TOTAL DE HOJAS: 34 de 35

### 6.3 INFORMES DE LABORATORIO

Este procedimiento contiene el registro de control SC-CL1-MA-008-RC.

Los informes de el/los laboratorio/s, acreditados por el SAE, serán los registros válidos de ejecución del monitoreo ambiental, los cuales poseerán en general la siguiente estructura:

1. Ficha Técnica.
2. Introducción.
3. Descripción del sitio de muestreo (coordenadas UTM WGS84).
4. Marco Legal (límites permisibles).
5. Equipos y Método utilizado (tipo de monitoreo)
6. Fecha de ejecución
7. Resultados y comparación con límites permisibles (tablas y gráficos).
8. Observaciones y Conclusiones.
9. Anexos.
  - a) Acreditación SAE y Alcance del laboratorio.
  - b) Identificación del personal responsable del análisis y monitoreo.
  - c) Registro Fotográfico de realización del monitoreo.
  - d) Cadenas de custodia para las muestras de aguas.
  - e) Certificado de calibración de los equipos utilizados.
  - f) Informe de Resultados.
  - g) Mapa de ubicación de los puntos muestreados.

Los resultados del informe de laboratorio cumplirán los requerimientos.

### 7. ANEXOS

- I. Anexo 1: SC-CL1-MA-019-RC- Monitoreo Ambiental



