

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA

METRO DE QUITO



# ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



CONSULTORA AMBIENTAL

ECOSAMBITO C. LTDA



APMA-DEA- 036

Quito, Junio 2015

INDICE

<b>INDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO .....</b>	<b>11</b>
1. Ficha técnica .....	11
2. Marco legal Ambiental de Referencia.....	13
2.1. Constitución de la República del Ecuador .....	13
2.2. Tratados y Convenios Internacionales .....	15
2.2.1. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes .....	15
2.2.2. Convención sobre biodiversidad biológica.....	16
2.2.3. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres.....	16
2.2.4. Convenio UNESCO sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad.....	17
2.2.5. Convenio de Basilea .....	18
2.2.6. Convenio de Rotterdam sobre productos químicos Peligrosos .....	18
2.2.7. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes .....	18
2.3. Marco Legal Ambiental Específico .....	19
2.3.1. Ley de Hidrocarburos .....	19
2.3.2. Ley de Gestión Ambiental .....	19
2.3.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental .....	22
2.3.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.....	22
2.3.5. Ley Orgánica de la Salud.....	23
2.3.6. Ley Orgánica de Participación Ciudadana .....	24
2.3.7. Ley de Patrimonio Cultural.....	24
2.3.8. Ley de Aguas .....	24
2.3.9. Ley Reformatoria al Código Penal .....	25
2.4. Normas Reglamentarias .....	25
2.4.1. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) .....	25
2.4.2. Acuerdo Ministerial 028, publicado en el Registro Oficial No. 270 del 13 de febrero de 2015.....	26
2.4.3. Acuerdo Ministerial 061. Registro Oficial No. 316 del 4 de mayo de 2015. Reformar el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente .....	27

2.4.4.	Reglamento del Sistema Único del Manejo Ambiental (Suma) .....	30
2.4.5.	Reglamento Sustitutivo al Reglamento ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE - D. E. 1215) .....	30
2.4.6.	Reglamento de Aplicación a la Ley de Aguas .....	31
2.4.7.	Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos .....	31
2.4.8.	Reglamento General de la Ley de Patrimonio Cultural .....	31
2.4.9.	Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (RSST) .....	32
2.4.10.	Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación.....	32
2.4.11.	Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental D.E. 1040 .....	32
2.5.	Normativa Técnica.....	32
2.6.	Marco Institucional .....	33
2.6.1.	Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).....	33
2.6.2.	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC).....	33
2.6.3.	Ministerio de Relaciones Laborales .....	33
2.6.4.	Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) .....	33
2.6.5.	Secretaría de Pueblos, Movimientos Sociales y Participación Ciudadana .....	34
3.	Objetivos .....	34
4.	Alcance y metodología .....	35
5.	Actualización de la descripción del proyecto .....	36
5.1.	Introducción .....	36
5.2.	Actividades previas a la fase constructiva .....	43
5.2.1.	Preparación .....	43
5.2.2.	Número y ubicación de las estaciones .....	48
5.2.3.	Patios y talleres .....	50
5.2.4.	Procedimiento ejecución patios .....	51
5.2.5.	Accesibilidad.....	52
5.2.6.	Seguridad funcional .....	53
5.3.	Principales especificaciones del trazado propuesto.....	56
5.3.1.	Planta .....	56
5.3.2.	Alzado .....	56
5.3.3.	Tiempos de recorrido.....	56

5.3.4.	Estaciones y tramificación de la línea.....	57
5.3.5.	Zonas de reserva de trazado .....	59
5.3.6.	Salidas de emergencia, pozos de bombeo y ventilación .....	59
5.4.	Descripción del trazado de ruta y estaciones .....	71
5.5.	Características generales del proyecto .....	79
5.5.1.	Diseño básico del sistema de instalaciones .....	81
5.6.	Proceso constructivo método tradicional .....	104
5.6.1.	Tuneladora .....	107
5.6.2.	Esquema de trabajo .....	108
5.6.3.	Gálibos. Secciones de Túnel.....	109
5.6.4.	Parámetros de trazado .....	111
5.6.5.	Construcción de las estaciones.....	113
5.6.6.	Construcción de muros pantallas.....	114
5.6.7.	Excavación entre pantallas .....	114
5.6.8.	Construcción de la bóveda y relleno.....	114
5.6.9.	Excavación bajo cubierta y realización de contrabóveda.....	114
5.6.10.	Remoción de vegetación .....	116
5.6.11.	Retiro y reubicación de infraestructura de servicios públicos .....	116
5.6.12.	Remoción de edificaciones existentes .....	116
5.6.13.	Excavación y relleno .....	116
5.6.14.	Acarreo de materiales, equipos y escombros.....	116
5.6.15.	Movilización del equipo pesado .....	117
5.6.16.	Construcción de patios y talleres.....	121
5.6.17.	Ubicación patios y talleres .....	122
5.6.18.	Vial de acceso al patio .....	124
5.6.19.	Nave de estacionamiento .....	124
5.6.20.	Nave de mantenimiento .....	125
5.6.21.	Edificios de instalaciones y personal .....	128
5.7.	Descripción del proceso constructivo y optimizaciones del proyecto .....	129
5.7.1.	Implantación de la obra tomando en consideración las optimizaciones .....	140
5.7.2.	Descripción del proceso constructivo con las optimizaciones .....	140
5.7.3.	Procedimiento de ejecución cruce del Río Machángara .....	142
5.7.4.	Procedimiento de ejecución Quebrada Ortega Pumapungo y Rumichaca	

Pumapungo .....	142
5.8. Manejo de materiales de excavación .....	143
5.9. Fase de operación y mantenimiento .....	147
5.9.1. Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio.....	148
5.9.2. Operación ordinaria .....	150
5.9.3. Mantenimiento de equipos e instalaciones .....	152
5.10. Fase de cierre y rehabilitación .....	153
6. Actualización del Plan de Manejo Ambiental .....	154
6.1. Roles y responsabilidades .....	154
6.2. Estructura del Plan de Manejo Ambiental.....	157
6.3. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	159
6.3.1. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos .....	159
6.3.2. Plan de Manejo de Desechos .....	214
6.3.2. Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .....	228
6.3.3. Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias .....	278
6.3.4. Plan de Relaciones Comunitarias.....	309
6.3.5. Plan de Capacitación Ambiental .....	313
6.3.6. Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas.....	320
6.3.7. Plan de Monitoreo y Seguimiento.....	323
6.3.8. Plan de Cierre y Abandono.....	351
6.4. FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	354
6.4.1. Plan de prevención y mitigación de impactos .....	354
6.4.2. Plan de manejo de desechos .....	364
6.4.4. Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.....	364
6.4.5. Plan de contingencias y respuestas a emergencias .....	364
6.4.6. Plan de capacitación ambiental .....	364
6.4.7. Plan de rehabilitación de áreas afectadas .....	365
6.4.8. Plan de monitoreo y seguimiento .....	365
6.5. FASE DE CIERRE.....	379
6.5.1. Plan de prevención y mitigación de impactos .....	379
6.5.2. Plan de manejo de desechos .....	381
6.5.3. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional.....	381
6.5.4. Plan de contingencias y respuestas a emergencias .....	381

6.5.5.	Plan de capacitación ambiental .....	381
6.5.6.	Plan de rehabilitación de áreas afectadas .....	382
6.5.7.	Plan de cierre y abandono .....	382
6.5.8.	Plan de seguimiento y monitoreo .....	382
6.6.	Glosario de términos.....	383
6.7.	Anexos .....	386
	Los anexos forman parte integrante del presente Plan de Manejo Ambiental. ....	386

**INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1	Tiempos de recorrido Primera Línea del Metro de Quito.....	57
Ilustración 2	Sección tipo de salida de emergencia .....	62
Ilustración 3	Sección tipo pozo de bombeo .....	67
Ilustración 4	Sección vía de gálibo .....	68
Ilustración 5	Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones.....	69
Ilustración 6	Estación de Quitumbe junto al terminal terrestre .....	72
Ilustración 7	Estación Intermodal El Recreo .....	74
Ilustración 8	Estación de San Francisco .....	75
Ilustración 9	Secuencia del proceso constructivo entre pantallas.....	104
Ilustración 10	Sección tipo entre pantallas .....	104
Ilustración 11	Fases constructivas.....	105
Ilustración 12	Esquema general avance por método tradicional.....	107
Ilustración 13	Pozo de extracción/ introducción tuneladora .....	108
Ilustración 14	Principales elementos tuneladora.....	108
Ilustración 15	Sección tipo con tuneladora .....	109
Ilustración 16	Sección entre pantallas .....	110
Ilustración 17	Sección de método tradicional.....	110
Ilustración 18	Sección tuneladora .....	111
Ilustración 19	Fases de ejecución del túnel por el método Cut and Cover .....	114
Ilustración 20	Fases de ejecución de una estación mediante Cut And Cover .....	115
Ilustración 21	Desvío de servicios (I) .....	117
Ilustración 22	Desvío de tráfico (I Y II) .....	118
Ilustración 23	Excavación bajo losa (I) .....	119

<b>Ilustración 24 Excavación bajo losa (II y III) .....</b>	<b>119</b>
<b>Ilustración 25 Andenes y acabados (I).....</b>	<b>120</b>
<b>Ilustración 26 Andenes y acabados (II).....</b>	<b>121</b>
<b>Ilustración 27 Patios y talleres.....</b>	<b>122</b>
<b>Ilustración 28 Ubicación para el patio de Quitumbe.....</b>	<b>123</b>
<b>Ilustración 29 Estructura funcional del Proyecto .....</b>	<b>155</b>
<b>Ilustración 30 Plan de Manejo Ambiental de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito .....</b>	<b>158</b>
<b>Ilustración 31 Fases de ejecución de pantallas .....</b>	<b>171</b>
<b>Ilustración 32 Conexión del nivel freático a ambos lados mediante un sistema de tuberías.....</b>	<b>172</b>
<b>Ilustración 33 Apertura de portillos en el pie de pantallas .....</b>	<b>174</b>
<b>Ilustración 34 Tapón de jet grouting para la apertura de portillos.....</b>	<b>174</b>
<b>Ilustración 35 Conductos de transferencia .....</b>	<b>175</b>
<b>Ilustración 36 Dispositivo de paso (bypass) para mitigar el “efecto barrera” .....</b>	<b>176</b>
<b>Ilustración 37 Diseño Punto Limpio .....</b>	<b>219</b>
<b>Ilustración 38 Señales de Advertencia.....</b>	<b>264</b>
<b>Ilustración 39 Señales Imperativas y de Peligro .....</b>	<b>265</b>
<b>Ilustración 40 Señales de Prohibición .....</b>	<b>266</b>
<b>Ilustración 41 Señales de Peligro .....</b>	<b>267</b>
<b>Ilustración 42 Señales De Reglamentación y Prioridad .....</b>	<b>268</b>
<b>Ilustración 43 Señales de Obligación.....</b>	<b>269</b>
<b>Ilustración 44 Señales Contra Incendios .....</b>	<b>270</b>
<b>Ilustración 45 Señales Luminosas.....</b>	<b>271</b>
<b>Ilustración 46 Elementos De Balizamiento .....</b>	<b>272</b>
<b>Ilustración 47 Teléfonos de Emergencia .....</b>	<b>273</b>
<b>Ilustración 48 Señales Manuales .....</b>	<b>274</b>
<b>Ilustración 49 Estructura de actuación .....</b>	<b>282</b>
<b>Ilustración 50 Organización del Plan de Contingencias y Respuestas a Emergencias ..</b>	<b>282</b>

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1 Ubicación de las estaciones, reservas, salidas de emergencia, pozos de ventilación y pozos de bombeo de la Primera Línea del Metro de Quito .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 2 Tiempos parciales de recorrido entre estaciones .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 3 Localización de las estaciones y zonas de reserva .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 4 Tramificación de la Primera Línea del Metro de Quito.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 5 Localización y distancia de las salidas de emergencia.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 6 Resumen localización pozos de ventilación.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 7 Localización de los pozos de bombeo .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 8 Resumen diagonales y bretelle definidos .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 9 Ubicación de Subestaciones Eléctricas .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 10 Tramificación por método de excavación del túnel.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 11 Gálibos para distintas secciones del túnel.....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 12 Parámetros de trazado .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 13 Coordenadas de estaciones del Metro de Quito (WGS84) .....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 14 Coordenadas tramo túnel Solanda-El Calzado (WGS84).....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 15 Coordenadas Tramo túnel El Calzado-El Recreo .....</b>	<b>132</b>
<b>Tabla 16 Coordenadas Tramo Túnel San Francisco – Alameda .....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 17 Disposición de acuerdo a la estación.....</b>	<b>144</b>
<b>Tabla 18 Inventario Túnel de Acceso .....</b>	<b>178</b>
<b>Tabla 19 Inventario Túnel de Acceso .....</b>	<b>179</b>
<b>Tabla 20 Inventario Moran Valverde.....</b>	<b>181</b>
<b>Tabla 21 Inventario Salida de Emergencia 3 .....</b>	<b>182</b>
<b>Tabla 22 Inventario Solanda.....</b>	<b>182</b>
<b>Tabla 23 Inventario El Calzado.....</b>	<b>184</b>
<b>Tabla 24 Inventario Salida de Emergencia 4 .....</b>	<b>185</b>
<b>Tabla 25 Inventario Pozo de Bombeo 4 .....</b>	<b>185</b>
<b>Tabla 26 Inventario Estación La Alameda, 2015 .....</b>	<b>187</b>
<b>Tabla 27 Inventario Estación La Alameda, 2015 .....</b>	<b>188</b>
<b>Tabla 28 Inventario Estación Pozo de Ventilación, 2015 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tabla 29 Inventario Estación El Ejido, 2015 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tabla 30 Inventario Universidad Central.....</b>	<b>194</b>
<b>Tabla 31 Inventario La Pradera .....</b>	<b>196</b>

Tabla 32 Inventario Pozo de Ventilación 10.....	197
Tabla 33 Inventario Parque de la Carolina .....	198
Tabla 34 Inventario Parque de la Carolina (Estación Iñaquito) .....	202
Tabla 35 Inventario Pozo de Ventilación 13.....	203
Tabla 36 Inventario Parada Jipijapa .....	205
Tabla 37 Localización de las estaciones y sus afectaciones .....	208
Tabla 38 Tipo de desechos.....	216
Tabla 39 Formato de registro a ser utilizado .....	218
Tabla 40 Disposición final de los residuos.....	225
Tabla 41 Registro y Control de Asistencia a Charlas de Capacitación .....	314
Tabla 42 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire Ambiente .....	325
Tabla 43 Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma .....	327
Tabla 44 Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido .....	329
Tabla 45 Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores .....	331
Tabla 46 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones .....	333
Tabla 47 Estaciones de Monitoreo y Muestreo de Calidad de Agua Superficial (EPMAPS) .....	336
*Tabla 48 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.....	340
Tabla 49 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas .....	341
Tabla 50 Límites de descarga (Tabla 9. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público ..	342
Tabla 51 Aspectos Ambientales, periodicidad y sitios de monitoreo ambiental .....	348
Tabla 52 Cronograma de implementación del Plan de Monitoreo Ambiental fase construcción .....	350
Tabla 53 Sistema de atenuación de vibraciones.....	356
Tabla 54 Límites establecidos a los contaminantes comunes del aire .....	367
Tabla 55 Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire. ....	368
Tabla 56 Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido .....	369

<b>Tabla 57 Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores .....</b>	<b>371</b>
<b>Tabla 58 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones .....</b>	<b>372</b>
<b>Tabla 59 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) % .....</b>	<b>374</b>
<b>Tabla 60 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) % .....</b>	<b>375</b>
<b>Tabla 61 Límites de descarga (Tabla 9. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público ..</b>	<b>376</b>

## ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

### 1. Ficha técnica

<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>Proyecto:</b>	Estudio de Actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito
<b>Ubicación del Proyecto</b>	Provincia: Pichincha  Cantón: Quito  El proyecto atraviesa longitudinalmente el cantón Quito, en su trayecto pasa por 14 parroquias urbanas.
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROPONENTE</b>	
<b>Razón Social de la Compañía Operadora:</b>	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO
<b>Dirección de la Empresa</b>	Av. 6 de Diciembre N33-42 y Bossano. Ed. Titanium. Piso 11.
<b>Representante Legal:</b>	Mauricio Anderson Salazar  mauricio.anderson@metrodequito.gob.ec
<b>Teléfonos:</b>	+593 2 /3330471/3331697
<b>DESCRIPCIÓN DE LA CONSULTORA</b>	
<b>Nombre de la Consultora Ambiental:</b>	Consultora Ambiental Ecosambito C. Ltda.
<b>Representante Legal:</b>	Ing. José Javier Guarderas H.
<b>Registro de consultoría Ministerio del Ambiente:</b>	No. 65
<b>Dirección de la Empresa/Teléfono/Página web:</b>	Av. Amazonas 4430 y Villalengua. Edificio Amazonas 100 Piso 8 Oficina 801  022462010  www.sambito.com.ec

<b>Equipo Técnico Consultor</b>	
<b>Nombres/Cargos</b>	<b>Firma</b>
Ing. Tania Núñez	
Ing. Diego Zambrano	
Blgo. Jorge Izquierdo	
Antrop. Carlos León	

## 2. Marco legal Ambiental de Referencia

### 2.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador aprobada el 20 de octubre de 2008, establece los siguientes derechos:

#### **Título II: Derechos; Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir; Sección Segunda: Ambiente Sano establece:**

Artículo 14:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los aspectos naturales degradados.”

Artículo 15:

“El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.”

#### **Título II: Derechos; Capítulo Sexto: Derechos de Libertad, en el Artículo 66 establece:**

Inciso 27:

“El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.

#### **Título II: Derechos; Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza establece:**

Artículo 74:

“Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derechos a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.”

**Título II: Derechos; Capítulo Noveno: Responsabilidades, Artículo 83 establece:**

Inciso 6:

“Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”

**Título IV: Régimen de Desarrollo; Capítulo Sexto: Trabajo y producción; Sección segunda: Tipos de Propiedad establece:**

Artículo 323:

“Con el objeto de ejecutar planes de desarrollo social, manejo sustentable del ambiente y de bienestar colectivo, las instituciones del Estado, por razones de utilidad pública o interés social y nacional, podrán declarar la expropiación de bienes, previa justa valoración, indemnización y pago de conformidad con la ley. Se prohíbe toda forma de confiscación.”

**Título VII: Régimen del Buen Vivir; Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales, Sección Primera: Naturaleza y ambiente, establece:**

Artículo 395:

“La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza...”

Artículo 396:

“El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.”

## **2.2. Tratados y Convenios Internacionales**

El Art. 425 de la Constitución de la República del Ecuador aprobada en octubre del 2008 establece el siguiente orden jerárquico de aplicación de la normas: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.

De acuerdo la Constitución vigente los Tratados Internacionales una vez aprobados y ratificados prevalecen sobre las leyes orgánicas y leyes ordinarias.

### **2.2.1. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes**

Este convenio suscrito por el Ecuador e incorporado a la normativa nacional mediante su publicación en el Registro Oficial (R. O.) 381 de 20 de julio del 2004, establece medidas para controlar el uso de sustancias contaminantes orgánicas persistentes en diferentes actividades con el fin de proteger la salud humana, así entre las principales medidas aplicables dentro del país tenemos:

Artículo 3:

“Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales

1. Cada Parte:

a) Prohibirá y/o adoptará las medidas jurídicas y administrativas que sean necesarias para eliminar:

- i) Su producción y utilización de los productos químicos enumerados en el anexo A con sujeción a las disposiciones que figuran en ese anexo; y,
  - ii) Sus importaciones y exportaciones de los productos químicos incluidos en el anexo A de acuerdo con las disposiciones del párrafo 2; y,
- b) Restringirá su producción y utilización de los productos químicos incluidos en el anexo B de conformidad con las disposiciones de dicho anexo...”

Es importante considerar que los anexos de este convenio incluye las siguientes sustancias: Anexo A (Aldrina, Clordano, Dieldrina, Endrina, Heptacloro, Mirex y Bifenilos policlorados), Anexo B (DDT) y Anexo C (HCB y PCB).”

### **2.2.2. Convención sobre biodiversidad biológica**

El Convenio es el primer acuerdo global cabal para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce, por primera vez que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad" y una parte integral del proceso de desarrollo.

Los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica son "la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos".

Para alcanzar sus objetivos, el Convenio de conformidad con el espíritu de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo promueve constantemente la asociación entre países.

Sus disposiciones sobre la cooperación científica y tecnológica, acceso a los recursos genéticos y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, son la base de esta asociación.

### **2.2.3. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres**

La finalidad de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de animales silvestres (conocida también como CMS o Convención de Bonn) es contribuir a la conservación de las especies terrestres, marinas y aviarias de animales migratorios a lo largo de su área de distribución. Desde la entrada en vigor de la Convención, el 1 de noviembre de 1983, su número de países parte aumentó de manera constante, actualmente son 108 países que conforman la CMS en todo el mundo. Ecuador se encuentra suscrito a la CMS desde el 6 de enero del 2004, publicado en R.O. 1046 del 21 de enero de 2004. La responsabilidad de la implementación de la Convención en el país, está a cargo del Ministerio de Ambiente a través de la Dirección de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

En el texto oficial de la CMS las partes acuerdan diferentes definiciones y principios fundamentales de las especies migratorias y el estado de conservación de las mismas, para los fines de la presente Convención; además se especifican los términos en que las especies pueden ser consideradas en peligro, por lo que son incluidas en el Apéndice I; o si las especies son objeto de acuerdos, están incluidas en el Apéndice II. También se presenta en el texto especificaciones sobre la Conferencia de las Partes, que constituye el órgano de decisión de la presente Convención; el Consejo Científico, encargado de asesorar en cuestiones científicas; y la Secretaría con sus funciones.

#### **2.2.4. Convenio UNESCO sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad**

La UNESCO inició con la ayuda del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) la elaboración de un proyecto de convención sobre la protección del patrimonio cultural.

En 1968 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) elaboró también propuestas similares para sus miembros, propuestas que fueron presentadas a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo en 1972.

Finalmente todas las partes se pusieron de acuerdo para elaborar un único texto. El 16 de Noviembre de 1972 la Conferencia General de la UNESCO aprobó la "Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural".

El Comité del Patrimonio Mundial compuesto por representantes de 21 Estados Partes en la Convención, es quien dicta las instrucciones de carácter procedimental para la inscripción de los bienes culturales y naturales en la Lista del Patrimonio Mundial. Para dicha tarea está asesorado por distintos organismos independientes como el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Centro Internacional para el Estudio de la Preservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM).

Los Objetivos del Comité del Patrimonio Mundial son los siguientes:

- Alentar los Estados que forman parte de la Convención a que definan lugares de valor universal excepcional para ser incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial.
- Vigilar el estado de los lugares inscritos en la Lista, previendo posibles riesgos y alertar a los Estados a que creen sus propios programas de vigilancia.
- Ayudar a los Estados a crear mecanismos viables para la salvaguardia de los lugares del Patrimonio Mundial, con ayuda del Fondo Mundial, según proceda.
- Prestar a los Estados la ayuda de emergencia necesaria para proteger los lugares que corren peligro inminente.

- Promover la conservación del patrimonio cultural y natural en términos generales.

#### **2.2.5. Convenio de Basilea**

El Convenio de Basilea es un tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.

El Convenio de Basilea fue adoptado el 22 de marzo de 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. El Convenio es la respuesta de la comunidad internacional a los problemas causados por la producción mundial anual de 400 millones de toneladas de desechos peligrosos para el hombre o para el ambiente debido a sus características tóxicas/ ecotóxicas, venenosas, explosivas, corrosivas, inflamables o infecciosas.

#### **2.2.6. Convenio de Rotterdam sobre productos químicos Peligrosos**

El objetivo del Convenio de Rotterdam es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

#### **2.2.7. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes**

El Convenio de Estocolmo es el instrumento internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este convenio ha sido el resultado de largos años de negociación para obtener compromisos legales de los países que obligue de manera urgente la eliminación de todos los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs).

El Convenio determina a una docena de compuestos sobre los que es preciso emprender acciones de forma prioritaria, es la conocida como "docena sucia", que incluye productos químicos producidos intencionadamente, tales como: pesticidas, PCBs; dioxinas y furanos.

El Convenio de Estocolmo ha sido firmado por 151 países y en la actualidad 34 países ya lo han ratificado. Es necesaria la ratificación de 50 países para que el Convenio entre en vigor 90 días después y se comiencen aplicar políticas de eliminación de estos compuestos. Ecuador participó activamente en las sesiones del Comité Intergubernamental de Negociación para la Adopción de un Instrumento Jurídicamente Vinculante para el control y eliminación de los denominados Contaminantes Orgánicos

Persistentes (COP's). El Convenio de Estocolmo sobre COP's de 2001, entró en vigencia en el 2004.<sup>1</sup>

### **2.3. Marco Legal Ambiental Específico**

#### **2.3.1. Ley de Hidrocarburos**

Esta Ley expedida mediante Decreto Supremo 2967, y publicada en el R. O. 711 de 15 de Noviembre de 1978, fue codificada en Diciembre de 2000, y entre los principales artículos que se deben contemplar en este caso se citan los siguientes:

#### **Capítulo I Disposiciones Fundamentales**

Artículo 1:

“Patrimonio del Estado.- Los yacimientos de hidrocarburos y sustancias que los acompañan, en cualquier estado físico en que se encuentren situados en el territorio nacional, incluyendo las zonas cubiertas por las aguas del mar territorial, pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. Y su explotación se ceñirá a los lineamientos del desarrollo sustentable y de la protección y conservación del medio ambiente.”

#### **2.3.2. Ley de Gestión Ambiental**

La Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre de 2004, previo a su actual status de codificada, la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (D.L. No. 99-37: 22-07-99 R.O. No. 245: 30-07-99) norma por primera vez la gestión ambiental del Estado, y da una nueva estructuración institucional; además, se establecen los principios y directrices de una política ambiental, determinando las obligaciones de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

#### **Título I: Ámbito y principios de la Gestión Ambiental**

Artículo 1:

“La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia”.

---

<sup>1</sup> [http://www.mmrree.gob.ec/pol\\_exterior/ambiente\\_sust\\_tox.asp](http://www.mmrree.gob.ec/pol_exterior/ambiente_sust_tox.asp), Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración.

Artículo 2:

“La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.”

## **Título II. Del régimen institucional de la gestión ambiental**

### **Capítulo I. Del desarrollo sustentable**

Artículo 7 y 8:

“Se establece como principio el desarrollo sustentable para la conservación del Patrimonio Natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Se dispone como autoridad ambiental nacional el Ministerio del Ambiente que actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del “Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental”. Esta institución reguladora debe, entre otras cosas, determinar las obras, proyectos e inversiones que requieran estudios de impacto ambiental aprobados.”

### **Capítulo IV. De la participación de las instituciones del estado**

Los diversos organismos estatales y entidades sectoriales intervienen de manera activa en la descentralización de la Gestión Ambiental, prueba de aquello es que el Ministerio del Ambiente asigna la responsabilidad de ejecución de los planes a todas las instituciones del Estado que tienen que ver con los asuntos ambientales. Actualmente son los Municipios los que están actuando en este ámbito con la expedición de Ordenanzas Ambientales. Con esta medida el Estado espera ampliar su ámbito de acción y mejorar su efectividad.

## **Título III: Instrumentos de gestión ambiental**

### **Capítulo II. De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental**

Artículo 19:

“Las obras públicas privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.”

Artículo 21:

“Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de

conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.”

Artículo 23:

“La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución, y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.”

### **Capítulo III. De los mecanismos de Participación Social**

Artículo 28:

“Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal por denuncias o acusaciones temerarias o maliciosas.”

Artículo 29: “Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que conforme al Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales. Para ello podrá formular peticiones y deducir acciones de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.”

### **Título VI: De la protección de los derechos ambientales**

Artículo 41:

“Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano a denunciar la violación de las normas del medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en La Constitución Política de la República.”

## **Capítulo I. De las acciones civiles**

Artículo 43:

“Las personas naturales, jurídicas o grupos humanos vinculados por un interés común y afectado directamente por la acción u omisión dañosa podrán interponer ante el Juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente incluyendo la biodiversidad con sus elementos constitutivos.”

## **Capítulo II. De las acciones administrativas y contencioso administrativas**

Artículo 46:

“Cuando los particulares, por acción u omisión incumplan las normas de protección ambiental, la autoridad competente adoptará las sanciones previstas en esta Ley, y las siguientes medidas administrativas:

Exigirá la regularización de las autorizaciones, permisos estudios y evaluaciones; así como verificará el cumplimiento de las medidas adoptadas para mitigar y compensar daños ambientales, dentro del término de treinta días.”

### **2.3.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

Publicado en el Registro Oficial No. 097 del 31 de Mayo de 1976 (LPCCA). En 1999 mediante la promulgación de la LGA se reformó íntegramente el marco institucional de la LPCCA que establecía un régimen de gestión ambiental a través del Comité Interinstitucional de Protección del Ambiente actualmente reemplazado por los esquemas administrativos creados por la LGA.

### **2.3.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre**

Codificada el 10 de septiembre del 2004. La presente ley tiene por objeto normar la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestales en beneficio de las generaciones actuales y futuras, armonizando el interés social, económico y ecológico del país.

Son objetivos del desarrollo forestal sostenible:

- Promover el establecimiento de actividades forestales sostenibles y eficientes que contribuyan al cumplimiento de las metas del desarrollo socioeconómico de la nación.
- Lograr rendimientos sostenibles y mejorados de los recursos forestales y garantizar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente.

- Proteger y rehabilitar las cuencas hidrográficas, prevenir y detener la erosión de la tierra y la degradación de los bosques, praderas, suelos y aguas, y promover la forestación y reforestación.
- Facilitar a toda la población el acceso a los recursos forestales y a sus beneficios, en estricto cumplimiento de las prescripciones de protección y sostenibilidad.
- Promover la investigación forestal y agroforestal, así; como su difusión al servicio de los procesos productivos, de conservación y protección de los recursos forestales.
- Fomentar el conocimiento y promover la formación de conciencia de la población nacional sobre el manejo responsable de las cuencas y sus recursos forestales.

### 2.3.5. Ley Orgánica de la Salud

Esta ley fue expedida en vista de que el Código de Salud vigente anteriormente, había experimentado múltiples reformas parciales que lo habían convertido en un cuerpo legal disperso y desintegrado. Dicho Código centralizaba sus objetivos en la gestión de la salud pública y tiene algunas disposiciones relativas a la contaminación ambiental como las siguientes:

- Prohibición de contaminar el aire, el suelo y el agua: Artículo 12.
- Obligación de proteger las fuentes de agua y cuencas hidrográficas: Artículo 16.
- Prohibición de descargar sustancias nocivas al agua: Artículo 17.

En materia ambiental, esta ley establece lo siguiente:

- LIBRO SEGUNDO. Salud y seguridad ambiental. Disposición común. Artículo 95: La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio del Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias. El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.”
- CAPITULO III. Calidad del aire y de la contaminación acústica. Artículo 111: “La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.”

### **2.3.6. Ley Orgánica de Participación Ciudadana**

Emitida por la Asamblea Nacional, y publicada en el R. O. Suplemento 175 de 20 de Abril de 2010, esta ley tiene por objeto, como se señala en su Artículo 1, "... propiciar, fomentar y garantizar el ejercicio de los derechos de participación de las ciudadanas y los ciudadanos, colectivos, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblos afroecuatoriano y montubio, y demás formas de organización lícitas, de manera protagónica, en la toma de decisiones que corresponda, la organización colectiva autónoma y la vigencia de las formas de gestión pública con el concurso de la ciudadanía; instituir instancias, mecanismos, instrumentos y procedimientos de deliberación pública entre el Estado, en sus diferentes niveles de gobierno, y la sociedad, para el seguimiento de las políticas públicas y la prestación de servicios públicos, fortalecer el poder ciudadano y sus formas de expresión; y, sentar las bases para el funcionamiento de la democracia participativa, así como, de las iniciativas de rendición de cuentas y control social."

Es así, que esta ley es de aplicación obligatoria para todas las personas en el territorio ecuatoriano, así como para los ciudadanos en el exterior, las instituciones públicas y privadas que manejen fondos públicos o desarrollen actividades de interés público; siendo sujetos de derechos de participación ciudadana todas las personas antes mencionadas, al igual que para todos quienes esta ley atribuye derechos de participación en su Artículo 1.

### **2.3.7. Ley de Patrimonio Cultural**

El propósito de esta Ley es investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el Patrimonio Cultural en el Ecuador, y además establece las funciones y atribuciones del Instituto de Patrimonio Cultural (INPC) para precautelar la propiedad del Estado sobre los bienes arqueológicos que se encontraren en el suelo o el subsuelo y en el fondo marino del territorio ecuatoriano según lo señalado por el Artículo 9 de la Ley.

Según el Artículo 30 de esta ley en el caso de ejecución de obras públicas o privadas en el caso de hallazgos arqueológicos se deberá informar al INPC y suspender las labores en el sitio.

### **2.3.8. Ley de Aguas**

La Codificación de la Ley de Aguas fue publicada en el R.O. N° 339 del 20 de mayo de 2004 derogando la Ley de Aguas publicada en el R.O. N° 69 del 30 de mayo de 1972.

Esta Ley determina la intencionalidad de establecer, en forma real y definitiva, la Soberanía Nacional sobre las aguas territoriales, el suelo y el subsuelo, revelando la importancia y necesidad de administrar la misma con criterio técnico.

La competencia y jurisdicción para la gestión del agua en el país, corresponde a la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), antes denominado Consejo Nacional de

Recursos Hídricos (CNRH), que a su vez reemplazó al Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI).

La Ley de Aguas establece que las concesiones de un derecho de aprovechamiento de aguas son: "ocasionales", sobre recursos sobrantes; "de plazo determinado", para riego, industrias y demás labores productivas y "de plazo indeterminado", para uso doméstico, subordinando las correspondientes autorizaciones para que no interfieran otros usos; que las aguas, en calidad y cantidad sean suficientes y, que los estudios y obras necesarios para su utilización hayan sido aprobados previamente por la SENAGUA.

En el Art. 22 de la Codificación de la Ley de Aguas se establece la prohibición de toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

### **2.3.9. Ley Reformatoria al Código Penal**

Registro Oficial N° 2 del 25 de enero del 2000.

En esta ley se tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente y las Contravenciones Ambientales, además de sus respectivas sanciones, todo ello en la forma de varios artículos que se incluyen en el Libro II del Código Penal, entre ellas:

Artículo 437 B:

“El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Artículo 437 K:

“Además otorga potestad al sistema judicial para ordenar, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental”

## **2.4. Normas Reglamentarias**

### **2.4.1. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)**

Esta legislación fue emitida mediante el D. E. 3399, y publicada en el R. O. 725 del 16 de Diciembre de 2002. En ella se definen las normas de calidad ambiental para los diferentes recursos o componentes, así también señala que la gestión ambiental es responsabilidad de todos y la coordinación está a cargo del MAE, a fin de asegurar una coherencia nacional, entre las entidades del sector público y del sector privado en el

Ecuador, sin perjuicio de que cada una deberá atender el área específica que le corresponde, dentro del marco de la política ambiental.

Esta unificación de legislación ambiental persigue identificar las políticas y estrategias específicas y guías necesarias a fin de asegurar por parte de todos, una adecuada gestión ambiental permanente, dirigida a alcanzar el desarrollo sustentable, para lo cual cuenta con numerosos anexos específicos para cada matriz (agua, suelo, aire, entre otros) y sector, los cuales definen normas de calidad contenidas con respecto a las cuales se basa el análisis de los datos obtenidos en campo.

#### **2.4.2. Acuerdo Ministerial 028, publicado en el Registro Oficial No. 270 del 13 de febrero de 2015.**

**Sustituye el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente por el siguiente: Libro VI de la Calidad Ambiental Título I disposiciones preliminares.**

**Art. 197 Obligación.-** Todas las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras están en la obligación de someterse a las normas contenidas en este Libro, previo al desarrollo de una obra o actividad o proyecto que pueda alterar negativamente los componentes bióticos y abióticos con la finalidad de prevenir y minimizar los impactos tanto si dicha obra, actividad o proyecto está a su cargo, como cuando es ejecutada por un tercero.

**Art. 198 Normas técnicas.-** Al amparo de la legislación vigente y de lo estipulado en este Libro y en coordinación con los organismos competentes cuando corresponda, la Autoridad Ambiental Nacional deberá dictar y actualizar periódicamente las normas técnicas para el control y seguimiento de la calidad de los componentes bióticos y abióticos, así como de los límites permisibles y criterios de calidad adecuados, a través del cuerpo legal correspondiente.

Cualquier norma técnica dictada para la prevención y control de la contaminación ambiental, a partir de la expedición del presente Libro, a nivel nacional, provincial, municipal o sectorial, deberá guardar concordancia con la norma técnica ambiental nacional vigente y en consecuencia, no deberá disminuir el nivel de protección ambiental que ella proporciona, en función del principio de irretroactividad.

**Art. 254 De los mecanismos.-** El control y seguimiento ambiental puede efectuarse, entre otros, por medio de los siguientes mecanismos:

- Monitoreos
- Muéstreos
- Inspecciones

- Auditorías Ambientales
- Informes Ambientales de Cumplimiento
- Vigilancia ciudadana
- Mecanismos establecidos en los Reglamentos de actividades específicas
- Otros que la Autoridad Ambiental Competente disponga

Los estudios ambientales que se desprenden de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en el presente Libro, deberán ser remitidos a la Autoridad Ambiental Competente para su respectiva revisión y pronunciamiento.

**Art. 256 Monitoreo y Plan de Manejo Ambiental.-** El Plan de Manejo Ambiental incluirá entre otros un Plan de Monitoreo Ambiental que ejecutará el regulado, el plan establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros a ser monitoreados, la periodicidad de los monitoreos, y la frecuencia con que debe reportar los resultados a la Autoridad Ambiental Competente.

El Plan de Manejo Ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto jurídico que las normas técnicas dictadas bajo el amparo del presente Libro.

#### **2.4.3. Acuerdo Ministerial 061. Registro Oficial No. 316 del 4 de mayo de 2015. Reformar el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente**

- **Sujeto de Control.-** Cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, u organización que a cuenta propia o a través de terceros, desempeña en el territorio nacional y de forma regular o accidental, una actividad económica o profesional que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos naturales como resultado de sus acciones u omisiones o que, en virtud de cualquier título, controle dicha actividad o tenga un poder económico determinante sobre su funcionamiento técnico. Para su determinación se tendrá en cuenta lo que la Legislación estatal o municipal disponga para cada actividad sobre los titulares de permisos o autorizaciones, licencias u otras autorizaciones administrativas.
- **Art. 247 Control y Seguimiento Ambiental (del Ámbito de Aplicación).-** La Autoridad Ambiental Competente ejecutará el seguimiento y control sobre todas las actividades de los Sujetos de Control, sean estas personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, que generen o puedan generar impactos y riesgos ambientales y sea que tengan el correspondiente permiso ambiental o no. El seguimiento ambiental se efectuará a las actividades no regularizadas o regularizadas por medio de mecanismos de control y seguimiento a las actividades ejecutadas y al cumplimiento de la Normativa Ambiental aplicable. El control y seguimiento ambiental a las actividades no regularizadas da inicio al procedimiento sancionatorio, sin perjuicio de las obligaciones de regularización por parte de los Sujetos de Control y de las acciones legales a las que hubiera lugar.

- **Art. 251 Plan de Manejo Ambiental.-** Incluirán entre otros un Plan de Monitoreo Ambiental que ejecutará el sujeto de control, el plan establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros a ser monitoreados, la periodicidad de los monitoreos, y la frecuencia con que debe reportar los resultados a la Autoridad Ambiental Competente. De requerirlo la Autoridad Ambiental Competente podrá disponer al Sujeto de Control que efectúe modificaciones y actualizaciones al Plan de Manejo Ambiental.
- **Art. 254 De los Tipos de Monitoreo.-** Los monitoreos ambientales que una determinada actividad requiera, deben estar detallados en los Planes de Manejo Ambiental respectivos; es posible realizar distintos tipos de monitoreos de acuerdo al sector, según la cantidad y magnitud de los impactos y riesgos contemplados en una obra, actividad, o proyecto. Entre ellos están monitoreos de la calidad de los recursos naturales y monitoreos a la gestión y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental; monitoreos de descargas y vertidos líquidos; monitoreos de la calidad del agua del cuerpo receptor; monitoreos de emisiones a la atmósfera; monitoreos de ruido y vibraciones; monitoreo de la calidad del aire; monitoreos de componentes bióticos; monitoreos de suelos y sedimentos; monitoreos de lodos y ripsos de perforación; monitoreos de bioacumulación; y aquellos que requiera la Autoridad Ambiental Competente.
- **Art. 255 Obligatoriedad y Frecuencia del Monitoreo y Periodicidad de reportes de monitoreo.-** El Sujeto de Control es responsable por el monitoreo permanente del cumplimiento de las obligaciones que se desprenden de los permisos ambientales correspondientes y del instrumento técnico que lo sustenta, con particular énfasis en sus emisiones, descargas, vertidos y en los cuerpos de inmisión o cuerpo receptor. Las fuentes, sumideros, recursos y parámetros a ser monitoreados, así como la frecuencia de los muestreos del monitoreo y la periodicidad de los reportes de informes de monitoreo constarán en el respectivo Plan de Manejo Ambiental y serán determinados según la actividad, la magnitud de los impactos ambientales y características socio-ambientales del entorno.
- **Art.259 Inspecciones Ambientales.-** Las instalaciones donde se realizan las actividades, obras o proyectos podrán ser inspeccionadas en cualquier momento, en cualquier horario y sin necesidad de notificación previa, por parte de la Autoridad Ambiental Competente, misma que podrá contar con el apoyo de la fuerza pública de ser necesario. La Autoridad Ambiental Competente podrá tomar muestras de las emisiones, descargas y vertidos e inspeccionar la infraestructura existente en su totalidad. El Sujeto de Control deberá proporcionar todas las facilidades para atender las demandas de la Autoridad Ambiental Competente.

Los hallazgos de las inspecciones y requerimientos constarán en el correspondiente informe técnico, deberán ser notificados al Sujeto de Control durante la inspección; y de ser el caso, darán inicio a los procedimientos administrativos y a las acciones civiles y penales correspondientes.

Los Sujetos de Control están obligados a prestar todas las facilidades para la ejecución de las inspecciones, toma de muestras y análisis de laboratorio cuando la Autoridad Ambiental Competente lo requiera.

- **Art. 279 Del Incumplimiento de Normas Técnicas Ambientales.-** Cuando la Autoridad Ambiental Competente, mediante los mecanismos de control y seguimiento, constate que el sujeto de control no cumple con las normas ambientales o con su plan de manejo ambiental y esto tiene repercusiones en la correcta evaluación y control de la calidad ambiental o produce una afectación ambiental, adoptará las siguientes acciones:
  - a) Imposición de una multa entre las veinte (20) y doscientos (200) remuneraciones básicas unificadas, la misma que se valorará en función del nivel y el tiempo de incumplimiento de las normas, sin perjuicio de la suspensión de la actividad específica o el permiso ambiental otorgado hasta el pago de la multa o la reparación ambiental correspondiente.
  - b) Si debido al incumplimiento de las normas ambientales o al Plan de Manejo Ambiental se afecta a terceros, o se determina daño ambiental, se procederá a la respectiva indemnización y/o compensación de manera adicional a la multa correspondiente.
- **Art. 280 De la Suspensión de la Actividad.-** En el caso de existir No Conformidades Menores (NC-) identificadas por el incumplimiento al Plan de Manejo Ambiental y/o de la normativa ambiental vigente, comprobadas mediante los mecanismos de control y seguimiento, la Autoridad Ambiental Competente sin perjuicio del inicio del proceso administrativo correspondiente, podrá suspender motivadamente la actividad o conjunto de actividades específicas que generaron el incumplimiento, hasta que los hechos que causaron la suspensión sean subsanados por el Sujeto de Control.
- En el caso de existir No Conformidades Mayores (NC+) identificadas por el incumplimiento al Plan de Manejo Ambiental y/o de la normativa ambiental vigente, comprobadas mediante los mecanismos de control y seguimiento, la Autoridad Ambiental Competente sin perjuicio del inicio del proceso administrativo correspondiente, deberá suspender motivadamente la actividad o conjunto de actividades específicas que generaron el incumplimiento, hasta que los hechos que causaron la suspensión sean subsanados por el Sujeto de Control.
- **Art. 281 De la Suspensión de la Licencia Ambiental.-** En el caso de que los mecanismo de control y seguimiento determinen que existen No Conformidades Mayores (NC+) que impliquen el incumplimiento al Plan de Manejo Ambiental y/o de la normativa ambiental vigente, que han sido identificadas en más de dos ocasiones por la Autoridad Ambiental Competente, y no hubieren sido mitigadas ni subsanadas por el Sujeto de Control; comprobadas mediante los mecanismos de control y seguimiento, la Autoridad Ambiental Competente suspenderá mediante Resolución motivada, la licencia ambiental hasta que los hechos que causaron la suspensión sean subsanados en los plazos establecidos por la Autoridad Ambiental Competente. La suspensión de la licencia ambiental interrumpirá la ejecución del proyecto, obra o actividad, bajo responsabilidad del Sujeto de Control. Para el levantamiento de la suspensión el Sujeto de Control deberá remitir a la Autoridad Ambiental Competente un informe de las actividades ejecutadas con las evidencias que demuestren que se han subsanado las No Conformidades, mismo que será sujeto de análisis y aprobación.

- **Art. 282 de la Revocatoria de la Licencia Ambiental.-** Mediante resolución motivada, la Autoridad Ambiental Competente podrá revocar la licencia ambiental cuando no se tomen los correctivos en los plazos dispuestos por la Autoridad Ambiental Competente al momento de suspender la licencia ambiental. Adicionalmente, se ordenará la ejecución de la garantía de fiel cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental, entregada a fin de garantizar el plan de cierre y abandono, sin perjuicio de la responsabilidad de reparación ambiental y social por daños que se puedan haber generado.
- **Art. 284 De la responsabilidad objetiva.-** La aprobación de Planes de Manejo Ambiental y otros estudios ambientales no será utilizada como prueba de descargo en incidentes o accidentes de contaminación ambiental atribuibles a cualquier actividad, proyecto u obra. Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que representen a dichas actividades serán responsables por el pago de los daños y perjuicios y sanciones correspondientes la entidad ambiental de control o a través de una denuncia fundamentada técnica y legalmente, se conociese de la ocurrencia de un incidente o situación que constituya un incumplimiento a la Ley de Gestión Ambiental y al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, o regulaciones ambientales vigentes en el país, mientras se investiga y sanciona el hecho, la actividad, proyecto u obra podrán suspenderse.

#### 2.4.4. **Reglamento del Sistema Único del Manejo Ambiental (Suma)**

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) vigente desde su publicación en el Libro VI del TULSMA constituye la estructura reglamentaria matriz para cualquier sistema de evaluación ambiental a nivel nacional. El SUMA tiene como principios de acción. “el mejoramiento, la transparencia, la agilidad, la eficacia y la eficiencia así como la coordinación interinstitucional de las decisiones relativas a actividades o proyectos propuestos con potencial impacto y/o riesgo ambiental, para impulsar el desarrollo sustentable del país .”

#### 2.4.5. **Reglamento Sustitutivo al Reglamento ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE - D. E. 1215)**

Este reglamento y sus normas técnicas ambientales se aplican a todas las operaciones hidrocarburíferas y afines que se llevan a efecto en el Ecuador. Tiene por objeto regular las actividades hidrocarburíferas de exploración, desarrollo y producción, almacenamiento, transporte, industrialización y comercialización de petróleo crudo, derivados del petróleo, gas natural y afines, susceptibles de producir impactos ambientales en el área de influencia directa, definida en cada caso por el Estudio Ambiental Respectivo. En sus anexos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se establecen los parámetros, límites permisibles, formatos y métodos, así como las definiciones de los términos generalmente utilizados en la industria hidrocarburíferas y en la temática ambiental.

### **Capítulo XIII. VIGILANCIA Y MONITOREO AMBIENTAL.**

Artículo 88:

“Mecanismos de vigilancia y monitoreo ambiental.- Con la finalidad de vigilar que en el desarrollo de las actividades hidrocarburíferas no se afecte al equilibrio ecológico y a la organización económica, social y cultural de las poblaciones, comunidades campesinas e indígenas asentadas en las zonas de influencia directa de tales actividades, la Subsecretaría de Protección Ambiental definirá y coordinará los mecanismos de participación ciudadana en la vigilancia y el monitoreo de las actividades hidrocarburíferas.”

Artículo 89:

“Espacios para la comunidad en el control y seguimiento.- En el trabajo de campo de control y seguimiento ambiental a las operaciones hidrocarburíferas que efectúa la Dirección de Protección Ambiental, se preverán espacios de vigilancia ciudadana a través de delegados de la comunidad que aportarán con sus observaciones y recomendaciones en muestreos y reuniones, las cuales serán evaluadas y consideradas por la Dirección Nacional de Protección Ambiental para el desarrollo técnico del control y seguimiento.”.

#### **2.4.6. Reglamento de Aplicación a la Ley de Aguas**

Última codificación publicada en el RO-E 1 del 20 de marzo de 2003, mediante D.E.-3609, formando parte constitutiva del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (TULSMAG), Libro I, Título IV, este reglamento establece la competencia, atribuciones, responsabilidades de la Autoridad de Control y sus correspondientes niveles administrativos. Establece especificaciones para los usuarios de derecho de aguas, obligatoriedad.

#### **2.4.7. Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos**

Acuerdo Ministerial (A. M.) 14630 (R. O. 991, 3-VII-92), se expidió para regular los servicios de almacenamiento, barrido, recolección, transporte, disposición final y demás aspectos relacionados con los desechos sólidos, cualquiera sea la actividad o fuente de generación. Artículos 4, 10, 11, 12, 53, 60, 74, 77, del 90 al 104, 130, 131 y 136.

#### **2.4.8. Reglamento General de la Ley de Patrimonio Cultural**

Los Artículos 37, 38 y 39 de este reglamento se refieren a la potestad del Director Nacional del INPC para ordenar la suspensión o restauración de obras que afecten al patrimonio cultural del Estado; el Artículo 38 establece solidaridad entre el propietario del bien, los que hayan autorizado u ordenado la ejecución de la obra y los contratistas o encargados de ejecutarla; según el Artículo 39 los Municipios o entidades públicas o privadas deberán ordenar la suspensión o derrocamiento de obras que atenten al

patrimonio cultural del Estado y en caso de que formen parte de un entorno ambiental estas deberán ser restituidas.

#### **2.4.9. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (RSST)**

Este reglamento entró en vigencia en 1986 mediante D. E. 2393 y establece los lineamientos para un adecuado ambiente laboral, considerando las condiciones generales de los centros de trabajo, las instalaciones, protecciones, uso y mantenimiento de aparatos, máquinas y herramientas, manipulación y transporte de equipos y los medios de protección colectiva para asegurar el desarrollo de las actividades con total seguridad, por lo tanto constituye el insumo básico de todo plan de salud ocupacional y seguridad industrial.

#### **2.4.10. Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación**

Este reglamento establece disposiciones relativas a la prevención y control de la contaminación ambiental regulando la aplicación de las normas técnicas que señalan los límites máximos permisibles de contaminación ambiental. Se destaca la regulación de los Permisos de Descarga y Emisiones. En cuanto a la elaboración de estudios de impacto ambiental se remite al SUMA, y en cuanto al procedimiento para la aplicación de sanciones administrativas se remite al Capítulo II del Título I, Libro III del Código de la Salud.

#### **2.4.11. Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental D.E. 1040**

El reglamento emitido por D. E. 1040, del 22 de Abril de 2008, publicado en el R. O. 332 del 8 de Mayo de 2008 y los Acuerdos Ministeriales que la rigen, los mismo que, regulan los mecanismos y momentos de participación ciudadana, define el alcance de la participación social y los sujetos de participación social, permitiendo a la autoridad pública conocer los criterios de la comunidad en relación a un proyecto específico, determinar los requisitos para la recepción de criterios y sistematización, todo esto enfocado a garantizar el acceso a información por parte de las comunidades, transparentando aquellos proyectos y actividades que puedan afectar al ambiente.

### **2.5. Normativa Técnica**

Además de las leyes y reglamentos descritos, se aplicará la siguiente normativa técnica:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-266:2000, “Transporte, almacenamiento, manejo de productos químicos peligrosos”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-288:2000, “Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución”

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 3864-1 “Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad”.
- Reglamento general del Seguro de Riesgos de Trabajo, expedido mediante Resolución N° 741 del Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de mayo 30 de 1990.

## **2.6. Marco Institucional**

### **2.6.1. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE)**

El MAE es la autoridad ambiental nacional rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de otras competencias de las demás instituciones del Estado.

La LGA establece en el Artículo 9, literal g) las atribuciones del MAE. Entre ellas está la de dirimir conflictos de competencias que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Este Ministerio conforme al Artículo 20 de la LGA debe emitir licencias ambientales sin perjuicio de las competencias de las entidades acreditadas como autoridades ambientales de aplicación responsable.

### **2.6.2. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC)**

Según el Artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural, en toda clase de actividades que impliquen movimientos de tierra para construcciones quedan a salvo los derechos del Estado sobre los monumentos históricos, objetos de interés arqueológico y paleontológico que puedan hallarse en la superficie o subsuelo a realizarse los trabajos. Los concesionarios o quienes tengan permisos o licencias para actividades hidrocarburíferas, están obligados a informar al INPC en caso de hallazgos arqueológicos y suspender las labores en el sitio donde se hayan verificado dichos hallazgos.

### **2.6.3. Ministerio de Relaciones Laborales**

Este Ministerio a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo vigila la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (D.E. 2393).

### **2.6.4. Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)**

La Secretaría Nacional del Agua, creada a nivel de Ministerio de Estado, reemplaza al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y de acuerdo al D. E. 1088 del 15 de mayo de 2008, mediante el cual se creó.

Esta secretaría tiene la finalidad de conducir y regir los procesos de gestión de los recursos hídricos nacionales de una manera integrada y sustentable en los ámbitos de

cuencas hidrográficas. El decreto ejecutivo de creación de esta entidad entró en vigencia el 27 de Mayo de 2008, con su publicación en el R. O. 346 de ese mismo año.

### **2.6.5. Secretaría de Pueblos, Movimientos Sociales y Participación Ciudadana**

Esta institución es el organismo rector y coordinador de la política pública que garantiza el derecho a la participación ciudadana intercultural desde el Ejecutivo, mediante acciones destinadas a estimular y consolidar los pueblos, los movimientos sociales y a la ciudadanía en las decisiones clave del nuevo modelo de desarrollo; por lo tanto, se dedica a impulsar la participación ciudadana y la interculturalidad como ejes fundamentales de una democracia incluyente, garantizando el derecho de las nacionalidades, de los pueblos, de las organizaciones y de los ciudadanos/as a su pleno desarrollo: el buen vivir.

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo General**

El objetivo del presente documento es Actualizar el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Metro de Quito, el mismo que tiene como fin prevenir, y/o mitigar los impactos negativos que se podrían presentar, y que de una u otra forma podrían afectar al ambiente dentro de las diferentes fases del proyecto, así como potenciar los impactos positivos; considerando las actividades que actualmente se desarrollan en el proyecto.

### **3.2. Objetivo Específico**

1. Describir de forma detallada los procesos, tecnologías, diseños, operaciones, y otros sub procesos que formen parte de la fase de construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono del Proyecto Metro de Quito
2. Asegurar que las actividades realizadas en las fases de construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono del Proyecto Metro de Quito, se encuentren en cumplimiento con las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes aplicables en el Ecuador.
3. Prevenir, controlar, mitigar y monitorear los impactos socio-ambientales negativos asociados con las actividades realizadas en las fases de construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono del Proyecto Metro de Quito.
4. Priorizar la ejecución de actividades preventivas y de mitigación para producir un mínimo impacto al ambiente.
5. Minimizar los potenciales riesgos a la salud laboral y seguridad industrial de los empleados y trabajadores que forman parte del proyecto.
6. Reducir los posibles impactos negativos que se pudieran presentar en las comunidades ubicadas en el área de influencia directa del proyecto, y de la

misma manera establecer medidas que potencien los impactos positivos en las mismas.

7. Establecer políticas de respeto, integración y buena vecindad con los pobladores del área de influencia directa del proyecto.
8. Programar la realización de acciones preventivas, de mitigación y en caso de ser necesario medidas correctivas mediante un cronograma que incluya los responsables de la ejecución de dichas actividades.

#### **4. Alcance y metodología**

##### **4.1. Alcance técnico**

El alcance técnico de la Actualización del Plan de Manejo Ambiental abarcará fase de construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono del proyecto Metro de Quito.

##### **4.2. Metodología**

Las metodologías utilizadas para la realización del presente Plan de Manejo Ambiental, se detallan a continuación:

###### **1. Reuniones de trabajo**

El presente Plan de Manejo Ambiental, ha sido elaborado considerando la información prevista por el cliente y el trabajo conjunto realizado con personal técnico de diferentes áreas de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito.

Se han realizado múltiples reuniones de trabajo con el fin de revisar y analizar información del proyecto, y determinar posibles puntos críticos, a ser considerados en la fase de campo.

###### **2. Revisión de información**

La Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, ha entregado la siguiente información para análisis de la misma, e inclusión dentro del presente plan:

- Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental aprobado por el Ministerio del Ambiente
- Plan de Acción de la Auditoría Ambiental aprobada por el Ministerio del Ambiente
- Planos del trazado del proyecto
- Plan de monitoreo
- Estudio de Auscultación

- Inventario forestal del proyecto
- Levantamiento de información forestal
- Informes semestrales de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental aprobados por el Ministerio del Ambiente
- Licencia Ambiental No. 120, del 5 de marzo del 2013

### **3. Visita de campo**

Con el fin de evidenciar en campo las actividades que forman parte de la construcción del proyecto Metro de Quito, se realizó el recorrido de las áreas que forman parte del proyecto, dentro de esto tenemos 15 estaciones que van desde la estación Intermodal en Quitumbe hasta la estación Intermodal en el Labrador, es importante mencionar que el proyecto atraviesa por 14 parroquias del cantón Quito.

La visita de campo se realizó el 30 de abril del 2015, el recorrido de la obra duro un aproximado de 8 horas, iniciando en la estación Quitumbe hasta la estación Labrador.

### **4. Elaboración del Informe final**

Mediante la revisión de información entregada y la visita de campo del proyecto, se pudo identificar los puntos críticos dentro del proceso; con el fin de realizar el Plan de Manejo Ambiental acorde a las necesidades actuales del proyecto.

### **5. Actualización de la descripción del proyecto**

#### **5.1. Introducción**

El proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ), está considerado como un proyecto de prioridad local y nacional, lo que conlleva a la mejora de la movilidad, productividad y calidad de vida de los pobladores de Quito, sus alrededores y el país en general.

El sistema de transporte en Quito no responde a las necesidades de la ciudad, lo que trae como consecuencia un deficiente sistema de transporte público, que sumado al incremento de vehículos particulares conlleva altos costos sociales y económicos para la población, lo que se traduce, entre otros, en: pérdida de productividad, incremento de los niveles de estrés, inseguridad vial, contaminación producto de los gases de combustión vehicular y el ruido y sus efectos sobre la salud pública y, en general, disminución del nivel de bienestar y pérdida en la calidad de vida de la ciudad.

En un proyecto de interés social como sería la Primera Línea del Metro de Quito, que satisfecerá los problemas de transporte en la ciudad, los beneficios socio ambientales son determinantes. Las tendencias a nivel internacional reconocen que este tipo de proyectos genera impactos positivos y es lo que le da sentido a su construcción.

Además, en los sistemas de transporte tipo metro, la emisión de contaminantes y del ruido externo es prácticamente nula. Así pues, el Metro de Quito procurará el funcionamiento articulado y eficiente del DMQ que asegure el derecho de los ciudadanos a una transportación eficiente, confiable, equitativa, segura y menos contaminante; que aumente la productividad y el progreso socioeconómico, garantizando la sustentabilidad ambiental y mejorando el nivel de vida de los quiteños. Además, proveerá un adecuado nivel de servicio (comodidad, velocidad y costos razonables) de transporte que priorice la atención a los peatones y a los usuarios del transporte colectivo y procure una eficiente operación del parque automotor privado.

La Primera Línea del Metro de Quito podría constituirse en una solución de largo plazo y de gran capacidad para el transporte público y masivo de pasajeros que se desplazan sobre el eje norte-sur de la ciudad. En el Estudio de Prefactibilidad realizado se concluye que con base en su capacidad operativa, la Primera Línea del Metro de Quito sería capaz de convertirse en el eje central articulador para transportar los volúmenes de pasajeros requeridos a las velocidades deseadas en la ciudad de Quito que han sido estimados.

Además, no ocuparía el espacio actual de las vías, que es altamente apreciado por la condición longitudinal de la ciudad y en algunos tramos incluso podría liberar espacios.

En síntesis, el proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito se ubicará en la provincia de Pichincha, dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), abarcará una longitud de 22 kilómetros, tendrá un total de 15 estaciones subterráneas, partiendo desde la Estación 1 Quitumbe al sur de la ciudad hasta la Estación 15 El Labrador, ubicada al norte, así como cuatro zonas de reserva de trazado previstas para alojar una estación en caso de que en un futuro se requieran por necesidades de funcionamiento.

Se contarán con estaciones intermodales que tendrán la función de conectar al Metro de Quito con los demás sistemas de transportación urbana como el Trolebus, Ecovía y Metrovía. Las estaciones intermodales son La Magdalena, El Recreo y el Labrador.

La Fase 1 del Proyecto Metro de Quito, comprende las 2 estaciones intermodales de El Labrador y La Magdalena; las mismas que actualmente ya se encuentran construidas.

La Fase 2 comprende la construcción de las 13 estaciones restantes y los 22 km de la vía subterránea.

Esta línea se complementarían con la construcción de patios y talleres destinados al estacionamiento y mantenimiento del material móvil de la línea, que estarán situadas en la zona de Quitumbe.

En la siguiente tabla se recogen la ubicación de las estaciones, reservas, salidas de emergencia, pozos de ventilación y pozos de bombeo definidos en la Primera Línea del Metro de Quito:

**Tabla 1 Ubicación de las estaciones, reservas, salidas de emergencia, pozos de ventilación y pozos de bombeo de la Primera Línea del Metro de Quito**

Tramo	P.k. Inicial	P.k. Final	Longitud del tramo (m)	Cota del carril (m)
<b>Inicio Metro - Estación Quitumbe</b>	0+000	0+060	60,00	
<b>1. Quitumbe</b>	0+060	0+175,03	115,03	<b>2.911,16</b>
<b>Estación Quitumbe f - PV1</b>	0+175,03	0+820	644,97	
<b>PV1-Reserva1 i</b>	0+820	1+282	462,00	
<b>Reserva1 i- SE1</b>	1+282	1+382	100,00	
<b>SE1 - Reserva1 f</b>	1+382	1+394,52	12,52	
<b>Reserva 1 f - Estación Morán Valverde</b>	1+394,52	2+020,92	628,40	
<b>2. Morán Valverde</b>	2+022,92	2+137,88	114,96	<b>2.863,21</b>
<b>Estación Morán Valverde f - PV2</b>	2+137,88	2+770	632,12	
<b>PV2 - Reserva2 i</b>	2+770	2+992,77	222,77	
<b>Reserva2 i - SE2</b>	2+992,77	3+082	89,23	
<b>SE2 - Reserva2 f</b>	3+082	3+107,94	25,94	
<b>Reserva2 f- Estación Solanda i</b>	3+107,94	4+183,32	793,32	
<b>3. Solanda</b>	4+183,32	4+298,32	115,00	<b>2.827,30</b>
<b>Estación Solanda f- PV3</b>	4+298,32	4+670	371,68	

Tramo	P.k. Inicial	P.k. Final	Longitud del tramo (m)	Cota del carril (m)
PV3 - Estación El Calzado i	4+670	5+243,30	573,30	
<b>4. El Calzado</b>	5+243,30	5+358,30	115,00	<b>2.810,00</b>
Estación El Calzado - SE3	5+358,30	6+080	721,70	
SE3 - [PB1 Y PV4]	6+080	6+348	268,00	
[PB1 Y PV4] - Estación El Recreo i	6+348	6+888,37	540,37	
<b>5. El Recreo</b>	6+888,37	7+003,37	115,00	<b>2.801,15</b>
Estación El Recreo f- PV5	7+003,37	7+600	596,63	
PV5 - SE4	7+600	8+020	420,00	
SE4 - Reserva3 i	8+020	8+121,85	101,85	
Reserva3 i- Reserva 3 f	8+121,85	8+236,85	115,00	
Reserva 3 f - PB2	8+236,85	8+558	321,15	
PB2 - Estación La Magdalena i	8+558	8+767,50	209,50	
<b>6. La Magdalena</b>	8+767,50	8+882,50	115,00	<b>2.791,22</b>
La Magdalena f-SE5	8+882,50	9+220	337,50	
SE5 - PV6	9+220	10+050	830,00	
PV6 - SE6	10+050	10+922	872,00	

Tramo	P.k. Inicial	P.k. Final	Longitud del tramo (m)	Cota del carril (m)
SE6-Estación San Francisco i	10+922	11+448,27	526,27	
<b>7. San Francisco</b>	11+448,27	11+560,77	112,50	<b>2.801,20</b>
Estación San Francisco - Reserva4 i	11+560,77	12+264,94	704,17	
Reserva4 i- Reserva 4 f	12+264,94	12+377,38	112,44	
Reserva 4 f- SE7	12+377,38	12+380	2,62	
SE7 - PB3	12+380	12+380	0,00	
PB3 - PV7	12+380	12+820	440,00	
PV7 - Estación La Alameda	12+820	13+393,70	573,70	
<b>8. La Alameda</b>	13+393,70	13+508,70	115,00	<b>2.801,30</b>
Estación La Alameda f- PV8	13+508,70	14+100	591,30	
PV8 - Estación El Ejido	14+100	14+315,77	215,77	
<b>9. El Ejido</b>	14+315,77	14+430,77	115,00	<b>2.776,00</b>
Estación El Ejido f- PB4	14+430,77	14+830	399,23	
PB4 - PV9	14+830	15+064	234,00	
PV9 - Estación Universidad i	15+064	15+538,17	472,17	

Tramo	P.k. Inicial	P.k. Final	Longitud del tramo (m)	Cota del carril (m)
<b>10. Univ. Central</b>	15+538,17	15+650,67	112,50	<b>2.787,10</b>
<b>Estación Universidad f - PV10</b>	15+650,67	16+375	724,33	
<b>PV10 - Estación La Pradera</b>	16+375	16+724,43	349,43	
<b>11. La Pradera</b>	16+724,43	16+839,43	115,00	<b>2.768,97</b>
<b>Estación La Pradera f - PV 11</b>	16+839,43	17+220	380,57	
<b>PV11 - Estación La Carolina i</b>	17+220	17+647,91	427,91	
<b>12. La Carolina</b>	17+647,91	17+762,91	115,00	<b>2.756,42</b>
<b>Estación La Carolina f - PB5</b>	17+762,91	18+080	317,09	
<b>PB5 - SE8</b>	18+080	18+400	320,00	
<b>SE8 - PV12</b>	18+400	18+600	200,00	
<b>PV12 - Estación Iñaquito i</b>	18+600	19+179,02	579,02	
<b>13. Iñaquito</b>	19+179,02	19+291,52	112,50	<b>2.763,06</b>
<b>Estación Iñaquito - [PV13, PB6]</b>	19+291,52	19+620	328,48	
<b>[PV13, PB6] - SE9</b>	19+620	19+870	250,00	
<b>SE9 - Estación Jipijapa i</b>	19+870	20+525,72	655,72	

Tramo	P.k. Inicial	P.k. Final	Longitud del tramo (m)	Cota del carril (m)
<b>14. Jipijapa</b>	20+525,72	20+638,22	112,50	<b>2.763,00</b>
<b>Estación Jipijapa f - Estación EL Labrador i</b>	20+638,22	21+626,57	988,35	
<b>15. El Labrador</b>	21+626,57	21+741,59	115,02	<b>2.774,00</b>
<b>Estación El Labrador - Fin Metro</b>	21+741,59	22+013,84	272,25	

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Como criterio básico, tanto la línea como las 15 estaciones previstas serán subterráneas para no interferir su operación con el resto de tráfico (en superficie) y permitir la liberación de espacios para su disfrute por el ciudadano (residencial, ocio y servicios arriba, infraestructuras debajo).

En su construcción se utilizarán tuneladoras, ya que este sistema es el más seguro, el más rápido, y para longitudes superiores a 4-5 km, el más económico. En cualquier caso, también se utilizarán otros sistemas (excavación manual, excavación entre pantallas) como métodos constructivos complementarios.

Las estaciones, subterráneas se construirán por el sistema de Cut-And-Cover, desde superficie. También es necesaria la construcción de pozos verticales conectados al túnel de ventilación, para ubicar salidas de emergencia y para evacuar posibles filtraciones de agua en el túnel mediante bombeos.

En las obras subterráneas se generarán materiales de desalojo, los mismos serán dispuestos en sitios definidos para el proyecto. Además de acopios y zonas de instalaciones auxiliares, se implementarán plantas de fabricación de dovelas, que incluyen plantas de hormigón, zona de taller para preparación de armaduras de acero, zona de vertido del hormigón a moldes, y zona de curado de las piezas prefabricadas.

Finalmente, para la operación de la Primera Línea del Metro de Quito será necesaria la instalación de subestaciones eléctricas que aseguran la alimentación a la línea, así como durante las obras, se requerirán para el funcionamiento de las tuneladoras. Estas instalaciones se incluirán dentro de los recintos de algunas estaciones.

## **5.2. Actividades previas a la fase constructiva**

### **5.2.1. Preparación**

Previo a la realización de cualquier construcción se realizarán actividades inherentes a toda la obra y que a continuación se detalla:

- ✓ Inspección
- ✓ Retiro de propiedades e infraestructuras
- ✓ Reubicación de infraestructuras y propiedades
- ✓ Adecuación y uso de patios para maquinarias
- ✓ Adecuación de infraestructuras adicionales
- ✓ Escombreras y sitios de disposición final

Esta fase se puede denominar preparación y cada uno de sus componentes se los analiza a continuación.

#### **5.2.1.1. Inspección**

Se procederá a realizar un recorrido por todo el trazado de la línea del Metro, al igual que los espacios destinados a estaciones y patios, con los encargados de la construcción del Metro a fin de establecer el estado actual tanto de los espacios destinados a los patios, estaciones, cuanto a los túneles. Se levantará la información respectiva en fotografía, planos y más especificaciones, a efectos de cualquier queja o reclamos en el futuro. Los informes de las inspecciones realizadas contarán con personal designado por el constructor. Además, se investigará y analizará por medio de planos existentes y/o sondeos realizados en campo, las condiciones de los cimientos y bases de las edificaciones que se encuentren en las inmediaciones al sitio.

#### **5.2.1.2. Retiro de propiedades e infraestructuras**

Una vez que se haya definido y localizado las propiedades afectadas por la construcción de la obra, se deberá presentar un plan de remoción tanto de la infraestructura cuanto de las edificaciones. Se deberá incluir en el plan las medidas de seguridad y métodos a emplear en los procesos.

No se podrá utilizar en la obra permanente, bajo ningún concepto, ningún elemento recuperable de la infraestructura o de las edificaciones, salvo que fuese para uso provisional.

#### **5.2.1.3. Reubicación de infraestructuras y propiedades**

Luego de cumplidos los requerimientos para las reubicaciones y de remoción de la infraestructura o mejoras, se tomarán las medidas pertinentes para recuperar la mayor cantidad de los elementos de la infraestructura o mejoras que puedan utilizarse para usos secundarios, siempre y cuando estos elementos no cuenten con sustancias

tóxicas. Dichos elementos recuperables serán propiedad de la empresa y los mismos podrán emplearse para obras provisionales relacionadas con el proyecto o para la venta o donación a terceros. En caso de proponer emplear algunos elementos o materiales para las obras provisionales del proyecto, se solicitará la autorización respectiva.

**a) Avalúo de predios afectados por la construcción** En el recorrido de la Primera Línea del Metro de Quito, es necesaria la construcción tanto de estaciones, bocas de metro, áreas auxiliares, patios y talleres. Todo este proceso obliga a contar con los espacios necesarios para el efecto; una vez realizado el trazado de la Primera Línea, los predios requeridos para la construcción son de carácter público en la mayoría de los casos y privados en menor porcentaje.

**b) Establecimiento de avalúos**

El avalúo catastral, es decir, aquél con el cual el Municipio de Quito cobra los impuestos prediales, la contribución especial de mejoras, etc., es un valor muy bajo en relación, tanto al avalúo comercial, cuanto al precio real de mercado.

Como es de suponer, los precios varían de acuerdo a la localización del predio, al área del mismo, a la edificación que contenga (en caso de existir), a la infraestructura con que cuente, al estado de las vías de acceso, al equipamiento urbano próximo. Dichos parámetros, a su vez, tienen un valor cualitativo que se traduce finalmente en un valor cuantitativo.

Para efectos de este análisis y al no contar con toda la información del caso, se establece como parámetro de estudio el Valor Comercial, valor que es un término medio entre los constantes en la municipalidad y los precios reales de mercado.

Si bien es cierto, el Código de Ordenamiento Territorial establece la forma de pago para los predios afectados, para el presente cálculo se opta por lo mencionado por no disponer de toda la información pertinente, en especial a las posibles edificaciones y su área.

**c) Definición de áreas**

De acuerdo al listado de posibles predios afectados, el análisis principal se centra en la definición del uso a dar a cada uno de los predios, es decir, si se utilizará temporalmente o definitivamente. Si se trata de un predio que va a ser utilizado temporalmente, quiere decir que se deberá proceder al alquiler de ese predio.

En el otro caso, es decir, en la expropiación se debe considerar si se trata de una afectación parcial o total, pues cabe la posibilidad que aun necesitando poca área la afectación imposibilite la subdivisión del predio o que cause la pérdida de la funcionalidad del predio, por tanto, se deberá proceder a la expropiación del mismo de forma total.

#### d) Cálculo

El cálculo de los valores que se necesitarían para pagar las expropiaciones, si no se lograra un acuerdo con los propietarios será de conformidad con lo que establece la normativa específica vigente.

##### 5.2.1.4. Adecuación y uso del patio de maquinarias

En los espacios destinados para el inicio de las obras, para el almacenamiento de las dovelas a instalar y del resto de materiales necesarios para la ejecución de las actividades, es preciso acondicionar una o más superficies no inferiores a 20.000 m<sup>2</sup> que se suelen localizar en las inmediaciones del pozo de ataque, deberá procederse a la adecuación de los mismos a fin de dotar de amplias áreas a las maquinarias que en ellas deben permanecer temporal o permanentemente.

Los requerimientos que a continuación se detalla son válidos para todo lo concerniente a utilización de los espacios para almacenaje, distribución y fabricación de materiales, elementos estructurales, maquinarias y equipos, al igual que los espacios destinados a la mano de obra y técnicos.

Las características mínimas requeridas son principalmente un terreno que cuente con las dimensiones e infraestructura que permitan realizar todas las etapas del proceso de construcción, lo siguiente:

- Infraestructura para agua potable, energía eléctrica, hidráulica (base aceite y agua), sanitaria, aire comprimido y vapor.
- Área cercada perimetralmente para protección de instalaciones.
- Almacenes cubiertos para insumos directos y otros de seguridad y mantenimiento.
- Almacenes abiertos para agregados áridos.
- Silos para cemento.
- Cisternas o tanques para almacenamiento de agua con sistemas de bombeo.
- Planta para el premezclado de hormigón.
- Equipos para el bombeo de hormigón.
- Mixer o mezcladoras de hormigón.
- Equipos para el vertido del hormigón (vibradores y otras herramientas).
- Laboratorio para el aseguramiento de calidad de materiales y de productos terminados.

- Grúas y plataformas para el manejo de materiales y producto terminado.
- Espacio suficiente para almacenaje de producto terminado.
- Área para maniobras de carga y descarga de camiones.
- Oficinas equipadas para personal técnico-administrativo.
- Área de oficinas para personal de supervisión.
- Área de bodegas, baterías sanitarias y vestidores para trabajadores

Previamente a lo anterior se deberá tomar en consideración las siguientes especificaciones técnicas ambientales necesarias para el correcto funcionamiento:

- Alistar los equipos y materiales necesarios para dar correcto manejo a las aguas de escorrentía, tales como tuberías, filtros y otros.
- Prohibir el uso de corrientes de agua para remover material suelto o para lavado de maquinaria.
- Instalar por lo menos una batería sanitaria por cada siete trabajadores.
- Recolectar grasas, aceites y combustibles residuales en recipientes herméticos, y de ser posible, reciclarlos. Prohibir su quema.
- Depositar los escombros y desperdicios únicamente en áreas designadas y/o autorizadas.

La planta de hormigón también podrá ser instalada en una plataforma que se encuentre igualmente en la fosa o en la zona del sitio de obras, conforme el espacio disponible y el más conveniente para el contratista. Los materiales podrán ser llevados hasta el sitio de obras en camiones.

#### **5.2.1.5. Adecuación de infraestructuras auxiliares**

Como infraestructuras auxiliares al propio túnel, además de las estaciones, es preciso disponer de otras instalaciones, las cuales se mencionan a continuación:

##### **a) Pozo de ataque**

Para ubicar las tuneladoras en el punto de inicio del túnel a construir es necesaria la realización del correspondiente pozo de ataque.

Este recinto, por tanto, está destinado al montaje de la tuneladora, inicio de la perforación y centro logístico de toda su etapa de trabajo. En él se ejecuta una estructura de reacción sobre la que se transmite la fuerza necesaria para el inicio de la excavación,

hasta que la fuerza de empuje para el avance de la tuneladora es contrarrestada por los pesos y rozamientos de los primeros anillos de dovelas montados en el túnel.

#### **b) Pozos de ventilación y salidas de emergencia**

Necesarios para garantizar el acceso y la renovación de aire en el interior de la infraestructura así como la evacuación en caso de emergencia.

#### **c) Pozos de extracción**

Necesario para el desmontaje de los elementos que componen la tuneladora y su extracción hasta la superficie.

#### **d) Parque de acopio de dovelas e instalaciones auxiliares**

Para el almacenamiento de las dovelas a instalar y del resto de materiales necesarios para la ejecución de las obras es preciso acondicionar una o más superficies no inferiores a 20.000 m<sup>2</sup> que se localizaran en las inmediaciones del pozo de ataque.

Las instalaciones auxiliares estarán constituidas por el campamento de obra (oficinas, vestuarios, comedores, servicios higiénico-sanitarios) y resto de instalaciones necesarias para la ejecución de las obras.

#### **5.2.1.6. Escombreras y sitios de disposición final**

En la construcción de la Primera Línea del Metro de Quito, se estima un volumen de materiales de desalojo aproximado de 5 millones de metros cúbicos (provenientes de las excavaciones del túnel, pozos de ventilación – bombeo y salidas de emergencia) divididos en 90% tierras de desalojo y 10% de escombros. Estos materiales de desalojo requieren del transporte y disposición final con procedimientos técnicos adecuados, los mismos que se encuentran contemplados en los planes del presente documento.

La Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito basados en el principio de reutilización de desechos generados en el proyecto, entregara 2,5 millones de metros cúbicos a la Unidad de Espacio Público de la EMMOP, para que sean reutilizados en reorganización del urbanismo del Parque Bicentenario, los escombros provenientes serán los de la Zona Centro Norte. Este material será transportado y entregado de acuerdo a normas técnicas.

Por otra parte, los 2,5 millones restantes serán depositados en las escombreras públicas que mantiene el Distrito Metropolitano de Quito a cargo de la EPMGIRS; el proyecto Metro de Quito pagara un canon de depósito, con la finalidad de garantizar que los residuos tengan una adecuada disposición final en cumplimiento con la ley.

De acuerdo a un análisis técnico realizado entre la EPMMQ y la EPMGIRS, en donde se evaluó el costo de transporte y las características de generación de residuos en la

fuente se han definido sitios para la disposición final, así como tarifas diurnas y nocturnas.

De acuerdo a convenios previamente establecidos, entre la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMMQ) y la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EPMGIRS). La Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EPMGIRS), se compromete a:

- ✓ Garantizar a la EPMMQ la disponibilidad total de las escombreras para material de desalojo, correspondientes a 5 millones de metros cúbicos, provenientes de la construcción de la Fase 2 de la PLMQ.

Adicionalmente, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, también cuenta con tres Licencias Ambientales otorgadas por el Ministerio del Ambiente para las Escombreras San Jose de Nayón y Solahuaico, las mismas que serán utilizadas en función de los requerimientos del proyecto.

La Escombrera San Pedro que cuenta con Licencia Ambiental, no será utilizada, en vista de que se encuentra en fase de cierre.

### **5.2.2. Número y ubicación de las estaciones**

A lo largo del trazado de la ruta propuesta, entre Quitumbe y El Labrador, se han previsto 15 estaciones. No obstante, atendiendo a las diferencias tipológicas de la ciudad, las densidades de población residente, los núcleos de actividad existente y, por supuesto, para conjugar de modo adecuado la funcionalidad de la línea con la capacidad económica actual, no hay que olvidar que a mayor número de estaciones mayor costo, por lo que se propone que en el tramo de línea entre Quitumbe y El Recreo las estaciones estén más separadas entre ellas, hasta 2 km, mientras que en el tramo norte desde El Recreo hasta El Labrador, la distancia media es aproximadamente 1 km.

Todas las estaciones se han diseñado con una longitud de andén útil de 115 m, que permiten la operación mediante composiciones de trenes de 6 coches. Tanto las estaciones como las reservas se sitúan sobre el trazado en tramos horizontales y sobre alineaciones rectas.

Desde el punto de vista geométrico y de organización de los volúmenes, son varios los criterios adoptados para el conjunto de las estaciones diseñadas. A los conceptos claros de sencillez y funcionalidad se añade el de la continuidad espacial. Los andenes y el vestíbulo están comunicados visualmente, lo que facilita en gran medida la comprensión y las posibilidades de orientación de los viajeros. Los amplios espacios abiertos tratan de hacer amable el tránsito por la estación. Se propone como solución contrapuesta a los largos pasillos o cañones abovedados que tradicionalmente se han construido en las estaciones de metro de todo el mundo, para huir de sus efectos negativos.

La mayoría de las estaciones propuestas se organizan en torno a un espacio vacío central, que se genera entre el vestíbulo y los andenes. La apertura de este espacio, permite la visión simultánea de las distintas circulaciones de conexión, lo que facilita su

comprensión. Estos espacios multinivel disponen de una gran riqueza espacial, debido a la confluencia de escaleras y losas en torno al espacio vacío. Las dimensiones previstas contribuyen a la luminosidad de todos los ámbitos, que será potenciada por la correcta elección de los materiales de revestimiento y por la iluminación.

Las propuestas para los distintos tipos de estaciones garantizan la accesibilidad universal mediante la instalación de ascensores que llegan a todos los niveles y la posibilidad de adaptación de todos los recorridos a los usuarios con distintos tipos de discapacidad.

Se propone la utilización de materiales sencillos aunque de gran calidad, que aportan una estética funcional y garantizan una mayor durabilidad, facilidad de mantenimiento y protección frente a las agresiones vandálicas.

Se realizaron diferentes propuestas que pretenden cubrir las situaciones más significativas que se producen a lo largo del trazado, en particular para las estaciones de Quitumbe, El Recreo, La Magdalena, San Francisco, El Ejido y Jipijapa, así como una propuesta de estación tipo sencilla.

Cada estación es diferente de las demás, sobre todo por su situación en el entorno. Sin embargo, existen varios casos en los que la tipología de algunas de ella se parece de forma clara. Así, la configuración espacial y constructiva de estaciones como La Magdalena y San Francisco, ambas con tres niveles subterráneos, se ha resuelto de forma similar, aunque los condicionantes del entorno hacen variar la organización de sus accesos.

El diseño de Quitumbe responde a las premisas de poca anchura y baja profundidad de traza. El Recreo dispone de una configuración totalmente singular, que resuelve una serie de situaciones muy concretas. También se ha explicado que El Ejido adopta una forma más alargada de lo habitual para resolver las necesidades concretas del entorno, mientras que la estación más sencilla es la de Jipijapa, con dos niveles subterráneos.

La mayoría de las estaciones de la línea que no se definen en este subcapítulo tienen menores condicionantes en su entorno. De este modo, la configuración y los criterios constructivos de esas estaciones encajan con alguno de los descritos.

La posición de las estaciones en la ciudad, en teoría debe obedecer a criterios de accesibilidad de la población al transporte público. Habitualmente es aceptado que el radio de captación de una estación está entre 600 y 1.000 m. Admitiendo que los recorridos peatonales en superficie se realizan por los lados de una malla cuadrangular, supone un recorrido máximo de 850 y 1.400 m, es decir entre 13 – 20 minutos andando a una velocidad media de 4 km/h. A partir de ese punto se supone que la distancia a recorrer en superficie penaliza notablemente y disuade al posible viajero. Lógicamente esta regla general es muy aproximada y debe ser matizada para cada situación topográfica (pendientes disuasorias), costumbres habituales en la zona y desde luego a la mayor o menor necesidad – oferta de transporte en la zona. En el caso de Quito es muy posible que la distancia peatonal admisible supere ampliamente los 1.000 m.

En general el conjunto de la población actúa siempre minimizando los tiempos de recorrido del trayecto total, es decir, acceso a la estación, recorrido interno, espera en andén, recorrido en tren, salida de estación y dispersión.

Por supuesto, la accesibilidad no es el único criterio de ubicación. Las estaciones no son construcciones aisladas, son parte esencial de un sistema de transporte coherente, con sus reglas de trazado y servidumbres técnicas y de operación. Por tanto, no deben, no pueden ser dispuestas en la ciudad atendiendo exclusivamente a un criterio de cercanía peatonal. Al menos pueden considerarse otros cuatro criterios, si cabe, de igual importancia:

1. El funcionamiento de la línea debe ser eficaz y rápido. Las estaciones muy cercanas disminuyen notablemente la velocidad comercial. Los parámetros de trazado, tanto en planta como alzado condicionarán enormemente la velocidad de circulación de los trenes, su vida útil y el consumo energético necesario para moverlos, es decir, el trazado marca de forma rotunda la eficacia del sistema.
2. Las estaciones y el túnel deben poder ser construidos sin riesgos y con el esfuerzo económico y constructivo adecuado al beneficio social obtenido
3. La profundidad de las estaciones debe ser la menor posible (de forma razonable). En el equilibrio entre la profundidad de la estación y la ejecución racional del túnel reside el éxito de la empresa. Por supuesto, las estaciones estarán siempre en recta y en horizontal.
4. En las estaciones en general, y en particular en aquellas en las que se van a producir intercambios con otros modos de transporte, el diseño y concepción de los espacios interiores, debe permitir el tránsito seguro, rápido, cómodo y natural de los viajeros. La adecuada integración espacial y funcional mejorará notablemente la utilización del sistema.

### **5.2.3. Patios y talleres**

Para una eficaz y cómoda operación diaria de una línea de metro, es fundamental poder iniciar el servicio de trenes, a primera hora de la mañana, desde los dos extremos de la línea. El óptimo es disponer el 50% de las unidades en cada punta, de forma que el estacionamiento nocturno de trenes se reparte entre los dos extremos.

En uno de ellos, además, deben situarse los espacios destinados al mantenimiento de trenes en sus ciclos cortos. Para grandes reparaciones y ciclos largos de mantenimiento es necesario disponer un taller, siempre que cuente con las adecuadas conexiones. Para ambas situaciones se ha previsto su ubicación en la estación terminal Quitumbe, donde se propone construir un gran patio-taller, en la que se podrá estacionar y realizar los mantenimientos de ciclos largos y cortos, así como las grandes reparaciones. La elección de la parcela propuesta, obedece por un lado, a criterios de cercanía a la línea, las conexiones subterráneas largas con los patios encarecen notablemente la obra y por otro, atendiendo a criterios de capacidad.

El dimensionamiento y concepción del patio se realizará teniendo en cuenta lo siguiente:

- En una primera fase hay que minimizar las obras e instalaciones a construir para reducir costos. Las zonas de estacionamiento del patio estarán cubiertas.
- La geometría del patio debe concebirse de tal forma que sea capaz de acoger, al menos, cuando esté construida en su totalidad, en futuras fases, el mantenimiento del número de trenes que resulte de calcular la línea con intervalos de 2 minutos, así como el estacionamiento del 60% de los trenes que se deriven de dicho escenario. Esta decisión se considera básica para el futuro desarrollo de la Primera Línea del Metro de Quito.
- Es necesario disponer de una vía de pruebas de al menos 500 m de longitud.

#### **5.2.4. Procedimiento ejecución patios**

La ubicación de los patios y talleres de la Primera Línea del Metro de Quito, está condicionada por requisitos urbanísticos, que obligan tanto a su situación como su disposición.

La parcela a ocupar, está delimitada por la Quebrada Ortega, la Quebrada Sancha y las viviendas existentes tanto al Norte como al Sur.

Previo al inicio de la ejecución de los trabajos, es necesario detectar y reponer los servicios afectados a lo largo de la Avenida Rumichaca.

En la zona del proyecto; siendo el colector existente y la red eléctrica los principales servicios a reponer.

Como parte de los trabajos prioritarios, encontramos la reorganización de la avenida Rumichaca y las obras de drenaje de la Quebrada Ortega.

Tanto los desvíos como los trabajos comentados se ejecutan en los cuatro primeros meses de obra.

La explanación general de la zona de ubicación de patios y talleres, se inicia con las demoliciones, desbroces y excavación de la tierra vegetal, la cual se reservará para su utilización posterior en desmontes y terraplenes.

El edificio de patios, será cimentado en profundidad mediante pilotes empotrados en terrenos naturales.

Las cimentaciones del edificio de control, subestación eléctrica y postes de catenaria, serán superficiales sobre terreno natural en el sector en desmonte.

Una vez se hayan retirado las pilotadoras y se hayan construido las cimentaciones de las distintas estructuras, se procederá a la ejecución de los pilares y forjados de hormigón armado de edificios; así como los pozos de los talleres.

La estructura de la cubierta del conjunto, está formada por cinco serchas principales dispuestas cada 7,25 metros que están unidas en sus extremos mediante serchas planas, disponiendo de un adiestramiento mediante cruces de San Andrés, en los planos de cubierta.

Terminada la estructura, se colocan los paneles sándwich del cerramiento de los Edificios, se ejecutan las soleras, la vía en placa y los trabajos de arquitectura interiores, para finalmente ejecutar las instalaciones y equipos necesarios.

Destacar que la superestructura comprende la ejecución de vía en Balasto y vía en Placa.

Los trabajos de los futuros patios y talleres, finalizan con las obras de urbanización, jardinería y viales necesarios.

### **5.2.5. Accesibilidad**

Una vez que un ciudadano ha tomado la decisión de acceder al sistema de transporte subterráneo, se encontrará con que su viaje se divide en tres partes, un recorrido horizontal en los trenes entre la estación de acceso y la de destino y 2 viajes verticales, de entrada y salida, en las dos estaciones de inicio y fin del viaje.

La rapidez del viaje horizontal depende básicamente del trazado de la línea y de las características que tenga el material móvil y el sistema de señalización ferroviaria, así como de la capacitación técnica del operador.

Los viajes verticales responden fundamentalmente al diseño de la estación y a la profundidad a la que estén sus andenes desde la superficie. Una profundidad excesiva puede hacer que la estación sea un espacio tan disuasorio, que no se utilice. Es cierto que las ayudas electromecánicas pueden paliar hasta cierto punto este hándicap, pero también son, por un lado, muy costosas de implantar y mantener y por otro, si la estación es muy profunda, se crea una dependencia absoluta de dichas ayudas para poder usar la estación. Por tanto en los diseños propuestos para las estaciones se ha intentado siempre mantener la menor profundidad posible.

La concepción de las estaciones obedece también a que deben ser accesibles, prácticamente a cualquier persona que lo requiera, sea cual sea su condición. Más allá de la aplicación de normativas más o menos estrictas sobre accesibilidad de minusválidos, los diseños propuestos garantizan, por medio de ascensores, el acceso al sistema de personas con movilidad reducida.

**Fotografía 1 Ascensor interior de estación con encaminamiento**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Este criterio, tendente a la accesibilidad universal, marca notablemente la concepción tipológica de las estaciones, ya que siempre es necesario que haya una relación vertical posible entre la calle y los vestíbulos y entre estos y los andenes.

Respecto a la otra gran ayuda técnica al viaje vertical, las escaleras mecánicas, el criterio propuesto ha sido que en general, cualquier cambio de nivel significativo, por encima de 4 m, esté diseñado y construido de tal forma que puedan implantarse en algún momento escaleras, tanto de subida como de bajada.

#### **5.2.6. Seguridad funcional**

Uno de los aspectos o condicionantes de diseño que tiene más impacto y repercusión económica en la concepción de una línea de Metro, es la seguridad de las personas frente a posibles incendios que puedan producirse. Es absolutamente fundamental asegurar que la evacuación pueda realizarse tanto en las estaciones como en los túneles.

Las estaciones subterráneas de un ferrocarril metropolitano no deben ser analizadas a efectos de seguridad y evacuación como si fueran edificios sobre rasante. Las estaciones junto con el túnel forman un sistema que debe ser analizado en su conjunto. La estrategia debe estar basada, tanto para el túnel como para las estaciones en los siguientes conceptos:

- Concepción y diseño de los espacios de tránsito de forma que siempre haya alternativa de salida.

- Uso de materiales difícilmente combustibles o incombustibles, con baja o nula emisión de humos.
- Diseño, disposición y configuración de los elementos de evacuación en túneles y pasillos o escaleras de emergencia que no puedan ser invadidos por humo durante el tiempo de evacuación.
- Disposición de sistemas de iluminación con alimentaciones redundantes, utilizando como apoyo último, iluminaciones pasivas basadas en materiales fotoluminiscentes.
- Concepción de las estaciones como recintos de gran volumen en los que el humo no pueda colmatar toda la estación antes de que se produzca la evacuación.
- No establecer protocolos de emergencia que supongan de forma ineludible el cambio, telemandado y en tiempo real, mientras se está produciendo el evento, de los sentidos de las ventilaciones.
- Asumir que, en general, dado el número de personas a evacuar, la profundidad y situación en la que puedan encontrarse en el espacio subterráneo, así como la velocidad a la que se producen los eventos, la evacuación deberá ser en la mayoría de las ocasiones autoevacuación. La actuación de los servicios de emergencia debe ser evaluada como un refuerzo más de la estrategia de evacuación.

**Fotografía 2 Salida de emergencia en un tramo de túnel**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Se proponen, por tanto, las siguientes decisiones:

- En todas las estaciones que no cuenten con doble vestíbulo deberán disponerse salidas de emergencia a nivel de andén con recorrido independiente y desembarco en espacio seguro en la superficie.
- Se dispondrán salidas de emergencia en túnel cuando las distancias entre estaciones superen los 1.000 m. Su disposición será la necesaria para que ningún recorrido de evacuación en túnel, supere los 500 m, si no puede asegurarse razonablemente la inexistencia de humos en el túnel. Si se considera que al menos durante 500 m del recorrido no hay humo, se podrán alcanzar los 1000 m de recorrido de evacuación.
- La profundidad de las estaciones deberá ser siempre la mínima que las condiciones constructivas, funcionales y estructurales permitan.
- La distancia mínima entre los pozos de extracción de aire del túnel y las salidas de evacuación será de 200 m. Debe asegurarse, de forma razonable, que no hay humo en el punto de evacuación previsto.

### 5.3. Principales especificaciones del trazado propuesto

Con los parámetros anteriormente definidos las principales características del trazado propuesto son las siguientes:

#### 5.3.1. Planta

El trazado se inicia con una alineación recta, donde se localiza la estación de Quitumbe, para transcurrir con una sucesión de curvas y rectas con dirección sensiblemente sur – norte, hasta el final del tramo.

El radio mínimo considerado es de 300 m, siendo el radio máximo de 700 m. La mínima longitud de clotoides son 25 m, entre dos alineaciones circulares de 700 y 500 m de radio.

La longitud total de los tramos en recta, donde se ubican las estaciones y las reservas de trazado, son 10,44 km de los 22 km que es la totalidad de la Primera Línea del Metro de Quito, lo que supone un 46,52% de la longitud total del recorrido.

#### 5.3.2. Alzado

Las principales características son:

Pendiente máxima: 37,8‰ entre las estaciones de San Francisco y la Reserva 4.

Kv máximo: 13000

Kv mínimo: 2000

#### 5.3.3. Tiempos de recorrido

El tiempo total de recorrido de toda la línea, entre las estaciones de Quitumbe y El Labrador, es aproximadamente 34 minutos.

**Tabla 2 Tiempos parciales de recorrido entre estaciones**

TRAMO	LONGITUD (km)	TIEMPO	TIEMPO ACUMULADO
Quitumbe – San Francisco	11,4	0:16:30	0:16:30
San Francisco – Universidad Central	4,1	0:06:57	0:23:27
Universidad Central-El Labrador	6,2	0:10:31	0:33:58

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

En la siguiente ilustración se resumen los tiempos de recorrido.

**Ilustración 1 Tiempos de recorrido Primera Línea del Metro de Quito**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### 5.3.4. Estaciones y tramificación de la línea

Como se ha comentado anteriormente se han definido 15 estaciones y 4 zonas de reserva de trazado, cuya localización se resume en el siguiente cuadro.

**Tabla 3 Localización de las estaciones y zonas de reserva**

Estaciones y Reservas	P.K. Centro Estación o Reserva	Cota del carril (m)
1. Quitumbe	0+117,515	2.911,16
2. Reserva 1	1+338,260	2.880,00
3. Morán Valverde	2+080,400	2.863,21
4. Reserva 2	3+050,355	2.836,76
5. Solanda	4+240,820	2.827,30
6. El Calzado	5+300,800	2.810,00
7. El Recreo	6+945,870	2.801,15

<b>Estaciones y Reservas</b>	<b>P.K. Centro Estación o Reserva</b>	<b>Cota del carril (m)</b>
<b>8. Reserva 3</b>	8+179,350	<b>2.792,20</b>
<b>9. La Magdalena</b>	8+825,000	<b>2.791,22</b>
<b>10. San Francisco</b>	11+504,520	<b>2.801,20</b>
<b>11. Reserva 4</b>	12+321,160	<b>2.779,50</b>
<b>12. La Alameda</b>	13+451,200	<b>2.801,30</b>
<b>13. El Ejido</b>	14+373,270	<b>2.776,00</b>
<b>14. Univ. Central</b>	15+594,420	<b>2.787,10</b>
<b>15. La Pradera</b>	16+781,930	<b>2.768,97</b>
<b>16. La Carolina</b>	17+705,410	<b>2.756,42</b>
<b>17. Ñaquito</b>	19+235,270	<b>2.763,06</b>
<b>18. Jipijapa</b>	20+581,970	<b>2.763,00</b>
<b>19. El Labrador</b>	21+799,100	<b>2.774,00</b>

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

La tramificación de la línea se detalla en el siguiente cuadro.

**Tabla 4 Tramificación de la Primera Línea del Metro de Quito**

<b>Tramos</b>	<b>Longitudes entre Tramos (m)</b>
<b>Tramo 1-2</b>	1.220,745
<b>Tramo 2-3</b>	742,140
<b>Tramo 3-4</b>	969,955
<b>Tramo 4-5</b>	1.190,465

Tramos	Longitudes entre Tramos (m)
Tramo 5-6	1.059,980
Tramo 6-7	1.645,070
Tramo 7-8	1.233,480
Tramo 8-9	645,650
Tramo 9-10	2.679,520
Tramo 10-11	816,640
Tramo 11-12	1.130,040
Tramo 12-13	922,070
Tramo 13-14	1.221,150
Tramo 14-15	1.187,510
Tramo 15-16	923,480
Tramo 16-17	1.529,860
Tramo 17-18	1.346,700
Tramo 18-1	1.217,130

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### 5.3.5. Zonas de reserva de trazado

Se han definido 5 zonas de reserva para ubicación de estaciones, en caso necesario de que en un futuro los requerimientos funcionales y de explotación de la línea así lo requieran. La ubicación de las reservas es la siguiente:

### 5.3.6. Salidas de emergencia, pozos de bombeo y ventilación

Los criterios para definición y ubicación de las salidas de emergencia, pozos de bombeo y ventilación se recogen a continuación.

### 5.3.6.1. Salidas de emergencia

Los principales criterios de diseño son:

- Independencia de pozos de ventilación y puede estar asociado a pozo de bombeo
- Emplazamiento urbanístico: trampilla a nivel del suelo confinada, con mecanismo hidráulico de apertura. Hueco asociado de 4 m<sup>2</sup> para ventilación, con rejilla, drenaje y acceso desde el interior de la salida para su limpieza.
- Distancia estación-pozo-estación: equidistante entre estaciones.
- Vestíbulo de independencia: en cota inferior a nivel de vía.

En el siguiente cuadro se resumen la localización y distancia de las salidas de emergencia definidas.

**Tabla 5 Localización y distancia de las salidas de emergencia**

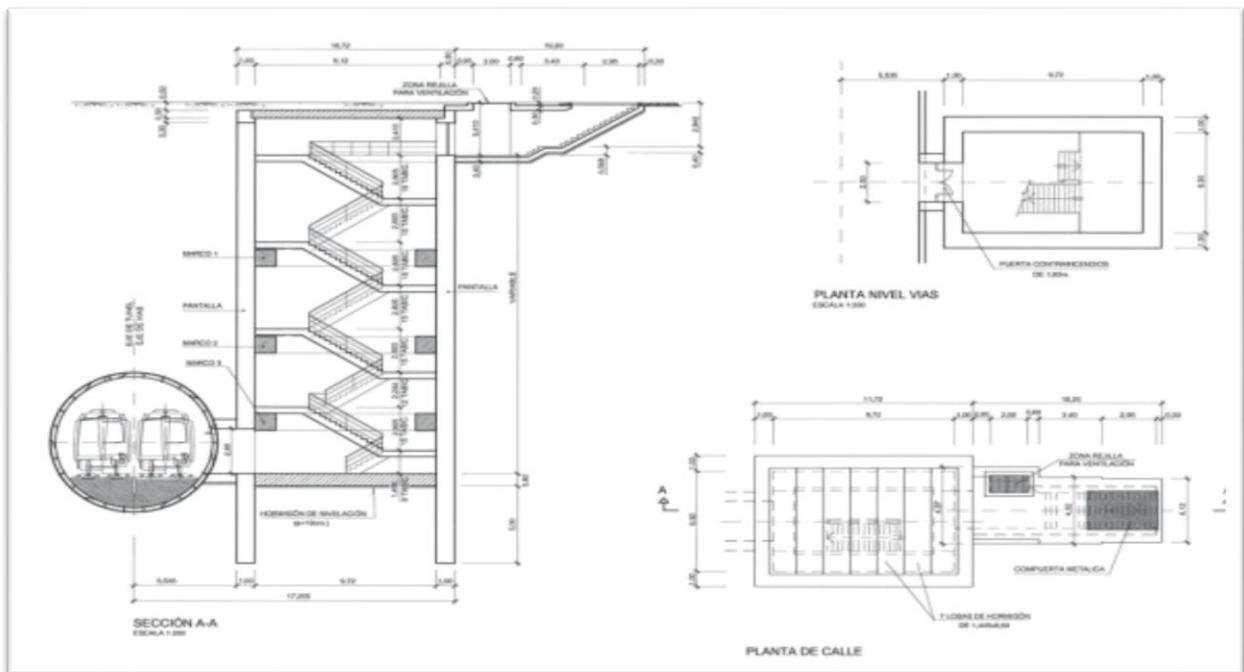
SALIDAS DE EMERGENCIA	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. SALIDAS EMERGENCIA	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
SE1	TRAMO 1-2	0+175,03 - 1+282	1.106,97	1+382	0,00	0,00
	TRAMO 2-3	1+394,52 - 2+022,92	628,40		0,00	0,00
SE2	TRAMO 3-4	2+137,88 - 2+992,77	854,89	3+082	0,00	0,00
	TRAMO 4-5	3+107,94 - 4+183,32	1.075,38		0,00	0,00
-	TRAMO 5-6	4+298,32 - 5+243,30	944,98	-	-	-

SALIDAS DE EMERGENCIA	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. SALIDAS EMERGENCIA	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
SE3	TRAMO 6-7	5+358,30 - 6+888,37	1.530,07	6+080	721,70	808,37
SE4	TRAMO 7-8	7+003,37 - 8+121,85	1.118,48	8+020	1.016,63	101,85
-	TRAMO 8-9	8+236,85 - 8+767,50	645,65	-	-	-
SE5	TRAMO 9-10	8+882,50 - 11+448,27	2.565,77	9+220	1.167,50	1.398,27
SE6				10+922	2.039,50	526,27
-	TRAMO 10-11	11+560,77 - 12+264,94	704,17	-	-	-
SE7	TRAMO 11-12	12+377,38 - 13+393,70	1.016,32	12+380	2,62	1.013,70
-	TRAMO 12-13	13+508,70 - 14+315,77	807,07	-	-	-
-	TRAMO 13-14	14+430,77 - 15+538,17	1.107,40	-	-	-
-	TRAMO 14-15	15+650,67 - 16+724,43	1.073,76	-	-	-

SALIDAS DE EMERGENCIA	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. SALIDAS EMERGENCIA	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
-	TRAMO 15-16	16+839,43 - 17+647,91	808,48	-	-	-
SE8	TRAMO 16-17	17+762,91 - 19+179,02	1.416,11	18+400	637,09	779,02
SE9	TRAMO 17-18	19+291,52 - 20+525,72	988,35	19+870	578,48	655,72

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Ilustración 2 Sección tipo de salida de emergencia



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**5.3.6.2. Pozos de ventilación**

El criterio general es un pozo de ventilación entre estaciones. En función de la distancia entre estaciones y de la disponibilidad en superficie para la implantación de las rejillas y accesos, se han definido los siguientes pozos de ventilación para la Primera Línea del Metro de Quito.

**Tabla 6 Resumen localización pozos de ventilación**

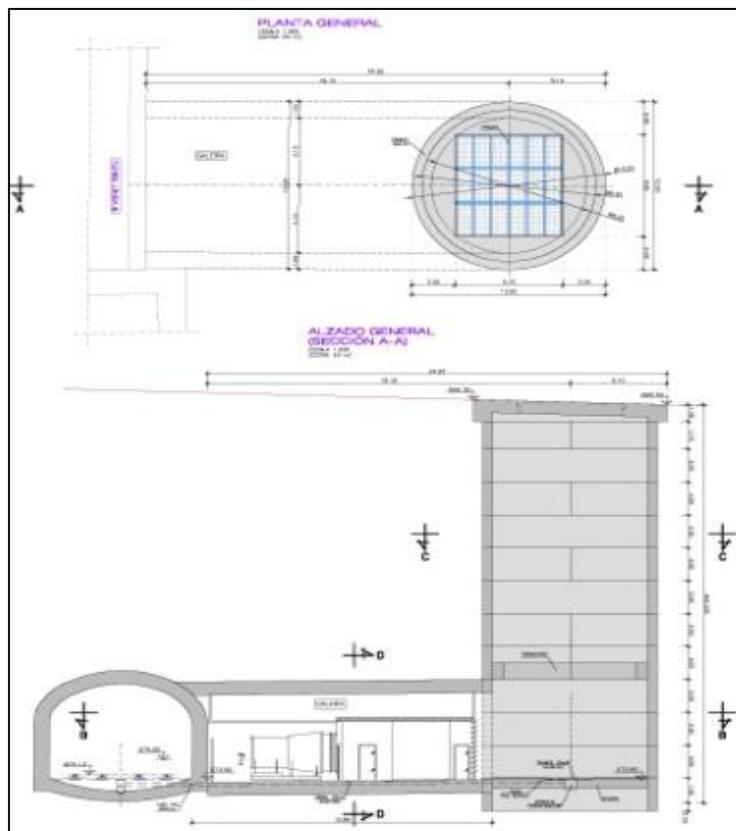
POZOS DE VENTILACIÓN	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. POZO VENTILACIÓN	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
PV1	TRAMO 1-2	0+175,03 - 1+282	1.106,97	0+820	644,97	462,00
-	TRAMO 2-3	1+394,52 - 2+022,92	628,40	-	-	-
PV2	TRAMO 3-4	2+137,88 - 2+992,77	854,89	2+770	632,12	222,77
-	TRAMO 4-5	3+107,94 - 4+183,32	1.075,38	-	-	-
PV3	TRAMO 5-6	4+298,32 - 5+243,30	944,98	4+670	371,68	573,30
PV4	TRAMO 6-7	5+358,30 - 6+888,37	1.530,07	6+348	989,70	540,37
PV5	TRAMO 7-8	7+003,37 - 8+121,85	1.118,48	7+600	596,63	521,85

POZOS DE VENTILACIÓN	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. POZO VENTILACIÓN	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
-	TRAMO 8-9	8+236,85 - 8+767,50	645,65	-	-	-
PV6	TRAMO 9-10	8+882,50 - 11+448,27	2.565,77	10+050	1.167,50	1.398,27
-	TRAMO 10-11	11+560,77 - 12+264,94	704,17	-	-	-
PV7	TRAMO 11-12	12+337,38 - 13+393,70	1.016,32	12+820	442,62	573,70
PV8	TRAMO 12-13	13+508,70 - 14+315,77	807,07	14+100	591,30	215,77
PV9	TRAMO 13-14	14+430,77 - 15+538,17	1.107,40	15+064	633,23	472,17
PV10	TRAMO 14-15	15+650,67 - 16+724,43	1.073,76	16+375	724,33	349,43
PV11	TRAMO 15-16	16+839,43 - 17+647,91	808,48	17+220	380,57	427,91

POZOS DE VENTILACIÓN	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. POZO VENTILACIÓN	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
PV12	TRAMO 16-17	17+762,9 1 - 19+179,0 2	1.416,11	18+600	837,09	579,02
PV13	TRAMO 17-18	19+291,5 2 - 20+525,7 2	988,35	19+620	328,48	905,72

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Fotografía 3 Sección tipo pozo ventilación



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**5.3.6.3. Pozos de bombeo**

Los criterios para la ubicación de los pozos de bombeo son fundamentalmente los siguientes:

- Puntos bajos del trazado
- Localización en planta, en zonas donde sea posible la implantación de la rejillas en superficie: zonas verdes, viario, etc.

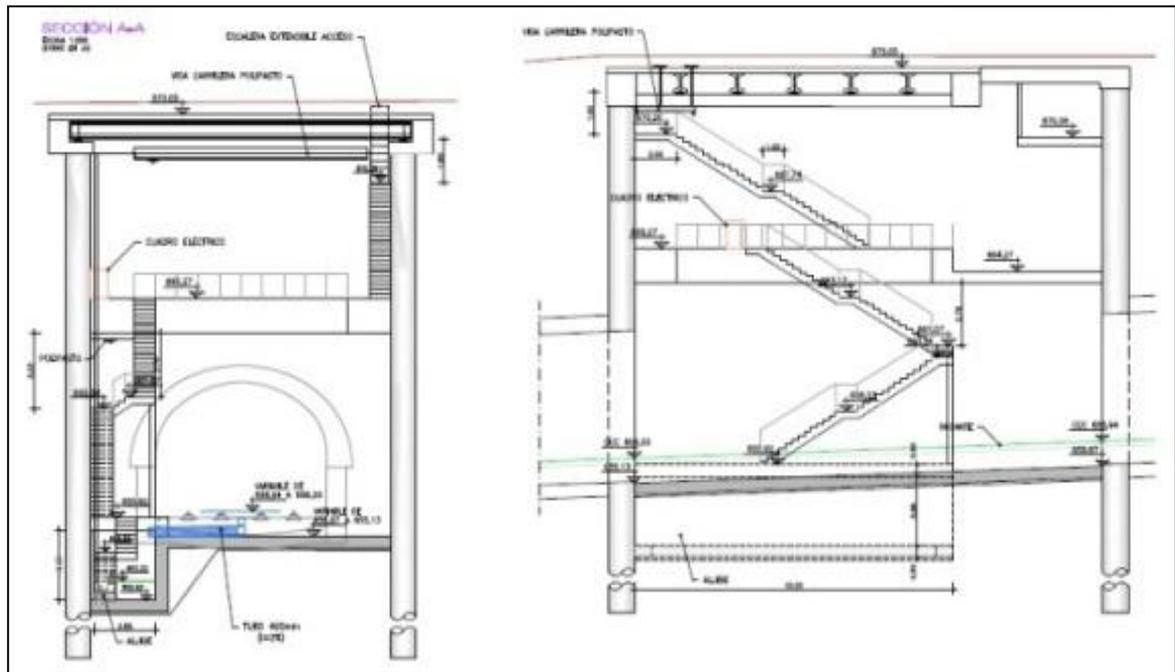
En la siguiente tabla se recoge la localización de los pozos de bombeo definidos:

**Tabla 7 Localización de los pozos de bombeo**

POZO BOMBEO	P.K. LÍNEA
PB1	6+348
PB2	8+558
PB3	12+380
PB4	14+830
PB5	18+080
PB6	19+620

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

**Ilustración 3 Sección tipo pozo de bombeo**



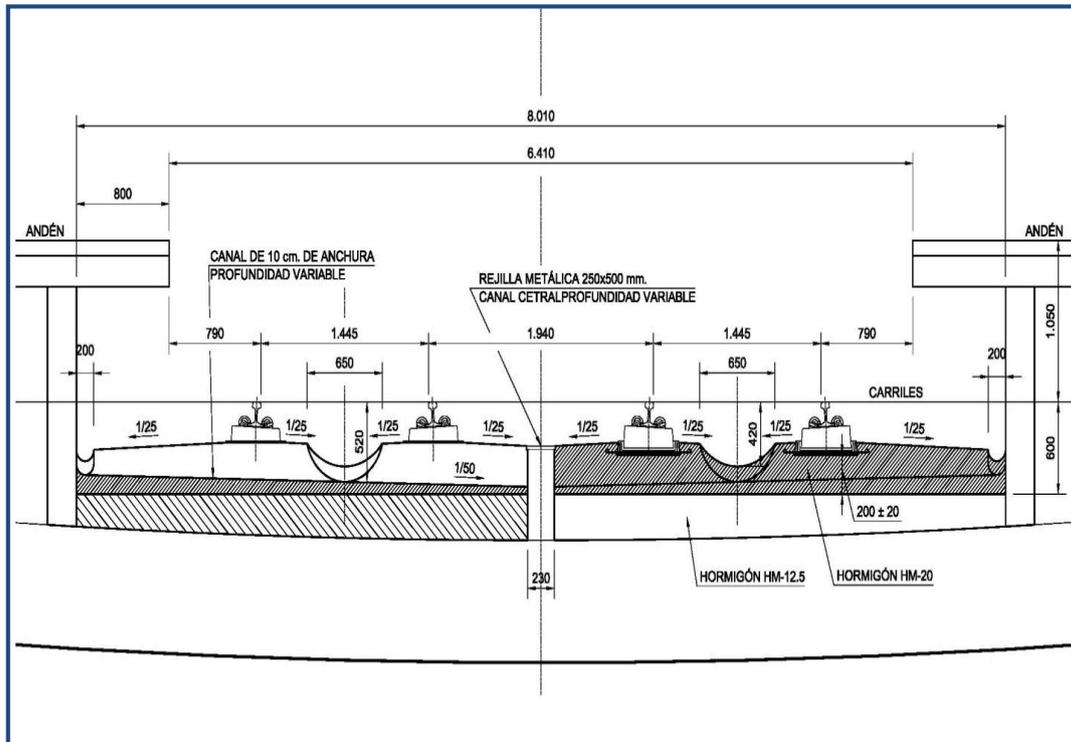
Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 5.3.6.4. Superestructura

La tipología de vía que se podría adoptar es la de vía de gálibo ancho en placa con tacos prefabricados de hormigón, embebidos en elastómero y que se compone de los siguientes elementos:

- **Carril 54 E1.**
- **Sistema de sujeción.**
- **Taco elástico de hormigón:** está formado por:
  - Un dado de hormigón armado que soporta directamente el carril y sujeto a él por el sistema de sujeción. Este dado descansa sobre un elastómero y una bandeja de hormigón, que queda sumergida en el hormigón de la losa.
  - Losa de hormigón en masa, HM-20, con un espesor bajo  $20 \pm 2$  cm, sobre una superficie de hormigón de limpieza con resistencia mínima de 12,5 Mpa.
- **Elastómero:** confiere al conjunto las propiedades elásticas amortiguadoras.

**Ilustración 4 Sección vía de gálibo**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

El procedimiento general de construcción consiste en:

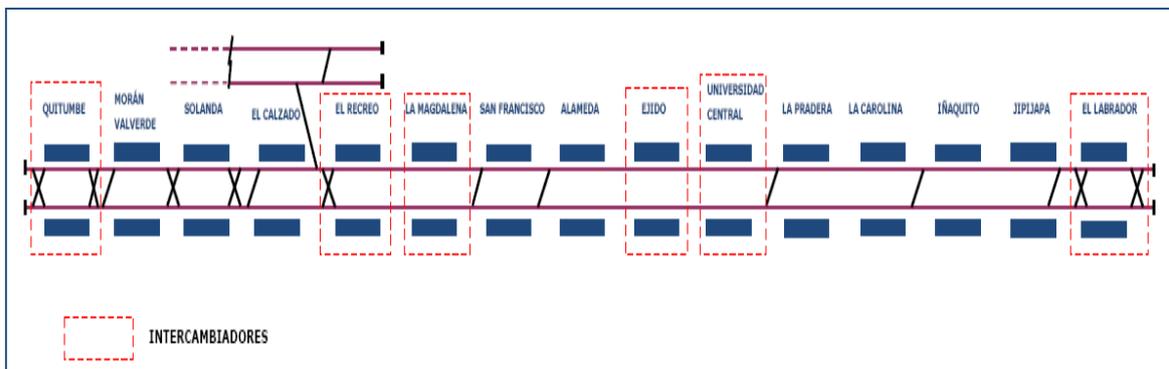
1. Limpieza de la contrabóveda del túnel con agua presión o medios mecánicos.
2. Disposición de manta elástica en caso necesario.
3. Hormigonado previo de la solera de forma que su nivelación deje un espesor a hormigonar bajo los tacos de  $20 \pm 2$  cm.
4. Descarga de carriles: se descargarán en los laterales de la solera con barras entre 18 y 36 m en el exterior de las áreas que ocuparán los tacos.
5. Replanteo de la vía: se realizará mediante el piqueteado de vía situados 50 cm sobre la rasante teórica de la vía, en ambas vías.
6. Descarga de tacos en sus posiciones aproximadas.
7. Montaje de carril: una vez tendidos los tacos se colocará el carril sobre la placa de asiento y se pasan los clips SKL.
8. Posicionado de la vía: se realizan las operaciones de levante, alineación, nivelación y comprobación de la vía.
9. Comprobaciones previas al hormigonado.

10. Riego de la solera: se debe humedecer la solera.
11. Hormigonado de bateo: se montan en primer lugar los encofrados verticales de los canales de drenaje necesarios, posteriormente se realiza el hormigonado con hormigón tipo HM-20/P/20, que será vibrado para que pase bajo los tacos. Tras el vibrado la superficie superior debe nivelarse con las pendientes establecidas
12. Recuperación de dispositivos de posicionamientos de vía: se realiza 24 horas después del hormigonado.
13. Soldaduras: consiste en desembridado, corte de carril, dejando la cala reglamentaria, instalación del crisol, colocación de mordazas para mantener la cala, desabrochado, calzado y acodalado de la vía, colocación de aparato de precalentamiento y crisol, levante de moldes, desbaste de soldadura, retirada de las mordazas y reconstrucción del perfil con esmeriladora y abrochado de la vía.

#### 5.3.6.5. Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones

Se ubicarán en tramos con trazado en planta en recta y en alzado en pendiente constante. Los aparatos de vía, bretell y diagonales, se instalarán a la entrada y/o salida de las estaciones según el esquema adjunto:

**Ilustración 5 Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Las diagonales previstas hacen posible que en el caso de corte parcial del servicio en la línea, pueda llegarse a las estaciones de intercambio.

**Tabla 8 Resumen diagonales y bretelle definidos**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Quitumbe	Bretelle	Bretelle
Morán Valverde	Diagonal	
Solanda	Bretelle	Bretelle
El Calzado	Diagonal	
El Recreo	Bretelle	
San Francisco	Diagonal	
Alameda	Diagonal	
La Pradera	Diagonal	
Iñaquito	Diagonal	
Jipijapa		Diagonal
El Labrador	Bretelle	Bretelle

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Fotografía 4 Imagen de una bretelle



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

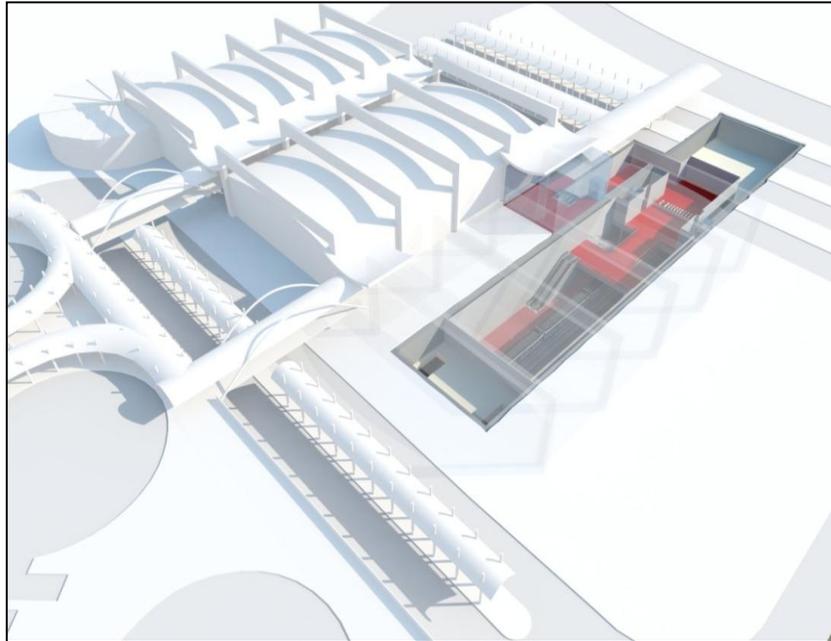
#### 5.4. Descripción del trazado de ruta y estaciones

A continuación se realizará una breve descripción aproximada del trazado de la ruta y el detalle de las estaciones.

El trazado seleccionado para la Primera Línea del Metro de Quito parte de la terminal terrestre de Quitumbe, donde se ubica el área de patios y estacionamientos. Toma la calle Pumapungo hasta llegar a la Estación de Quitumbe. Una vez cruzada la quebrada Ortega alcanza la avenida Rumichaca. En el cruce de ésta con la Av. Amaru Ñan se realiza una reserva de trazado (alineación recta y horizontal) para una posible futura estación.

En la siguiente ilustración se aprecia una simulación de la **Estación de Quitumbe** y área de ubicación.

**Ilustración 6 Estación de Quitumbe junto al terminal terrestre**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Siguiendo por Rumichaca, se llega al cruce con la Av. Morán Valverde, donde se ubica la **Estación 2 Morán Valverde**. En la siguiente fotografía se puede apreciar la zona en la que se ubicará la estación.

**Fotografía 5 Estación Moran Valverde**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

El trazado sigue por Rumichaca hacia Solanda, cruzando bajo una zona de edificaciones hasta llegar a una zona deportiva junto a la calle Venancio Estandoque, donde se ubicaría la **Estación 3 (Solanda)**. Corresponde a un parque recreacional con canchas de tierra de la liga barrial de Solanda y un pequeño parque para hacer deporte. Gran afluencia de personas y tráfico fluido.

Desde aquí gira al oeste para alcanzar la avenida Cardenal de La Torre. Un poco antes del cruce de esta calle con Teniente Hugo Ortiz se ubica la **Estación 4 (El Calzado)**. Corresponde a pequeñas áreas verdes de las canchas de la Av. Cardenal de la Torre; en una de ellas los jóvenes de la zona juegan “Pelota de Tabla Nacional”, juego antiguo posiblemente prehispánico.

**Fotografía 6 Estación El Calzado**

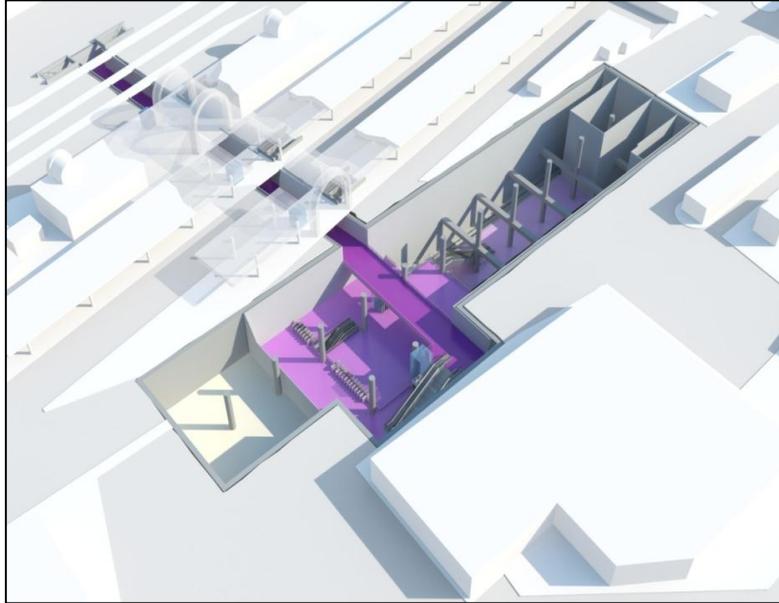


**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Al salir de esta estación gira al este, atraviesa el barrio 1 de Mayo y cruza bajo el río Machángara para llegar a la terminal de El Recreo por el este, situando ahí la **Estación 5 (El Recreo)**.

En la siguiente ilustración se presenta una simulación de la Estación El Recreo, así como unas fotografías del entorno.

**Ilustración 7 Estación Intermodal El Recreo**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Siguiendo por la vía, el trazado llega a la Av. Rodrigo de Chávez, continuando por la misma se llega a la Estación Intermodal 6, que actualmente ya se encuentra construida (La Magdalena).

En la siguiente fotografía se puede evidenciar la **Estación 6 (La Magdalena)**.

**Fotografía 7 Estación La Magdalena**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Desde aquí se gira al norte para pasar próximo a El Panecillo y llegar al Intercambiador 24 de Mayo y posteriormente a la plaza de San Francisco, donde al sur de la plaza se ubicará la **Estación 7 (San Francisco)** que servirá a todo el Centro Histórico. Este espacio es de gran importancia arqueológica, histórica y cultural y por ende de gran atractivo turístico, lo que hace que se hayan cuidado especialmente las consideraciones en relación al diseño.

En primer lugar, la disposición de la estación en el sentido longitudinal de la plaza, permite que la excavación necesaria para la ejecución a cielo abierto de la estación no afecte a los edificios.

Por otro lado, con el fin de evitar la aparición en la plaza de elementos tales como escaleras o templete de ascensor, se propone la ubicación del acceso a la estación bajo el edificio situado en la esquina de la plaza con la calle de Sucre. Para lograr este propósito, se hace necesaria la intervención sobre la cimentación y la planta baja de dicho edificio.

En la siguiente ilustración se evidencia la simulación de la citada estación.

#### **Ilustración 8 Estación de San Francisco**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

El trazado continúa en dirección norte por el entorno de la calle Manabí, girando al este al pasar ésta para llegar al sur del parque La Alameda, donde se ubicaría la Estación 8, alineada con la Av. Gran Colombia. Toda la zona es netamente comercial, existen casas coloniales típicas de la zona, es de muy fácil acceso a los transeúntes ya que pasan la mayoría de buses destinados a la zona.

En la siguiente fotografía se evidencia donde se ubicará la Estación 8 (La Alameda).

**Fotografía 8 Estación La Alameda**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

A partir de aquí el trazado gira al oeste para llegar al parque de El Ejido, donde se ubicará la Estación 9 que, en un futuro, podría servir de intercambio con las líneas de autobuses que se dirigen a los valles. Esta estación, orientada hacia la Av. Alfredo Pérez Guerrero, sirve a La Mariscal y al entorno de la Casa de la Cultura. Este parque es un espacio en los que se encuentran dos monumentos a poetas extranjeros, además, lo usan artistas nacionales y extranjeros para exhibir obras de arte –esculturas y pinturas y gran afluencia en la circulación vehicular y de ciudad.

En la fotografía que se presenta a continuación, se refleja la ubicación de la **Estación 9 (El Ejido)**.

**Fotografía 9 Estación El Ejido**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Junto a la Universidad Central del Ecuador se situará la Estación 10 (Universidad Central), que también permitiría el intercambio con el Corredor Central Norte (CCN) del Trolebús, que tiene parada junto al Seminario Mayor San José.

En la fotografía que se presenta a continuación, se refleja la ubicación de la **Estación 10 (Universidad Central)**.

**Fotografía 10 Estación Universidad Central**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Tras salir de esta estación, el trazado se dirige hacia la Av. Eloy Alfaro, por la que discurre hasta llegar a la **Estación 11 (La Pradera)**.

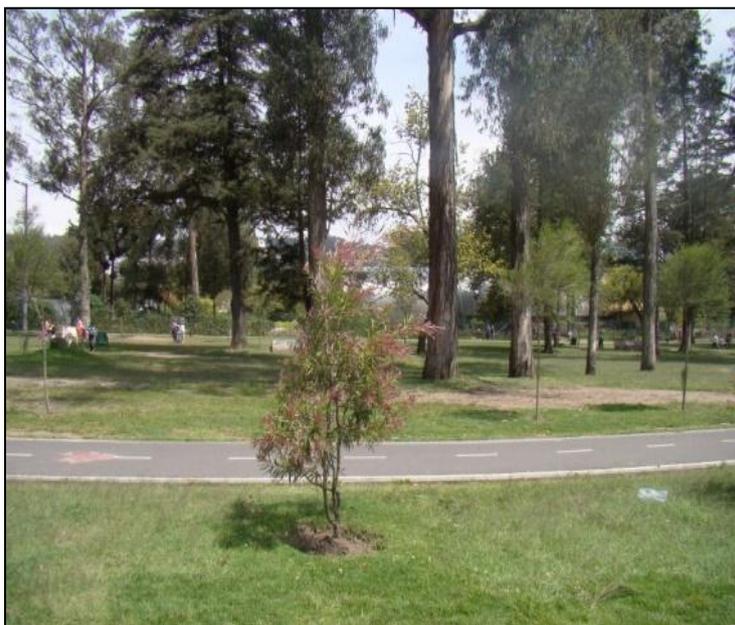
**Fotografía 11 Estación La Pradera**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Saliendo de la Estación 11, el eje sigue por la Av. Eloy Alfaro y gira al norte para tomar la Av. Amazonas, por la que discurre hasta llegar a la zona sur del Aeropuerto Mariscal Sucre. En este gran tramo se sitúan el resto de estaciones: **Estación 12 (La Carolina)**, **Estación 13 (Iñaquito)**, **Estación 14 (Jipijapa)** y por último la **Estación 15 (El Labrador)**. La Estación Intermodal El Labrador, actualmente ya se encuentra construida.

**Fotografía 12 Estación La Carolina**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

**Fotografía 13 Estación Iñaquito**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Fotografía 14 Estación El Labrador**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

## **5.5. Características generales del proyecto**

El proyecto Primera Línea del Metro de Quito se define como un sistema abierto a las diversas tecnologías que, cumpliendo los requerimientos funcionales solicitados al mismo, se adapten mejor a las características de la infraestructura de la línea, intervalo de explotación, composición de los trenes, condiciones ambientales, velocidad comercial, regulación de las circulaciones y operatividad de la línea y que costará de los tres subsistemas siguientes:

- Subsistema de señalización de respaldo en Línea y Depósito: constituido por los enclavamientos y el equipamiento de vía, será el encargado de garantizar la seguridad, en la realización, control y supervisión de los itinerarios, así como localizar los vehículos tanto en Línea como en Depósito. Se han definido un total de cinco enclavamientos principales para el control de las instalaciones (cuatro en la línea y uno para control del Depósito).
- Subsistema de A.T.C. (Control Automático Del Tren). Este subsistema, que se instalará en el conjunto de la línea estará basado en un equipamiento de:
  - ✓ A.T.P. vía-tren con transmisión continuo de datos (unidireccional o bidireccional en función de la tecnología seleccionada), que será el encargado de garantizar la seguridad de las circulaciones, impidiendo que se produzcan incidentes por alcances o exceso de velocidad, mediante el control permanente de la velocidad del tren.
  - ✓ A.T.O. vía-tren, que permita la operación automática de tren en modo semiautomático.
- Subsistema de Supervisión Automática de Trenes (A.T.S.). Es el subsistema encargado de monitorizar y gestionar desde el P.C.C. (Puesto de Control Central) la operación general del sistema de señalización y A.T.C. Estará compuesto de:
  - ✓ Módulo de C.T.C. (Control de Tráfico Centralizado) que gestionará el mando, control y supervisión del sistema, así como el seguimiento de los trenes a lo largo de la línea, control de alarmas, reproducción de eventos, etc.
  - ✓ Módulo de Regulación, que a través de la señalización de respaldo y en combinación con las marchas en interestaciones transmitidas a través del A.T.O., permita gestionar la explotación de la línea, regularizando los intervalos de operación y optimizando el consumo energético.

No se incluyen en este proyecto los elementos comunes a instalar en la sala de operaciones del P.C.C. (que forman parte de un proyecto de Puesto de Control Central) como son, puestos de operador, mobiliario, “videowall”, red de comunicaciones, etc. Si se incluyen los servidores y equipos correspondientes al subsistema A.T.S.

El Proyecto estará desarrollado en base a un sistema probado y en servicio en otras administraciones ferroviarias características similares “de tipo Metro Pesado”, fiable, que incorpore herramientas de ayuda para su correcto mantenimiento, flexible y fácilmente adaptable a futuras ampliaciones de “trenes y estaciones”, así como a la incorporación de nuevas funcionalidades.

### **5.5.1. Diseño básico del sistema de instalaciones**

A continuación se describen cada uno de los sistemas que forman parte de las instalaciones ferroviarias para la puesta en servicio de la Primera Línea del Metro de Quito. En esta parte quedan definidas las siguientes instalaciones:

1. Señalización ferroviaria
2. Subestaciones eléctricas
3. Distribución de energía
4. Electrificación
5. Sistema de control y venta de títulos
6. Escaleras mecánicas y ascensores
7. Sistema de Protección Contra Incendios
8. Ventilación
9. Comunicaciones y radio telefonía
10. Control de Estaciones
11. Puesto de Control Central

A continuación se detalla el alcance de los trabajos realizados para cada una de estas instalaciones:

#### **5.5.1.1. Señalización A.T.P. / A.T.O. VIA-TREN Y A.T.S.**

En el proyecto se definen los subsistemas encargados de establecer la seguridad de los itinerarios, localizar los vehículos a lo largo de todo el sistema y garantizar la seguridad de las circulaciones, y todo ello preparado para su monitorización y gestión desde el Puesto de Control Central (P.C.C.)

Teniendo en cuenta las características de crecimiento futuro, se ha dispuesto que la línea deberá explotarse con un sistema de Operación Semiautomática de Tren, tipo GOA2 que incorpore un modo de Operación Automática de Tren (A..T.O.), que realizará las funciones de conducción y parada en estación a partir de la orden de salida establecida por el conductor.

#### **1. Subestaciones eléctricas**

Las instalaciones de Subestaciones Eléctricas de Tracción son las encargadas de satisfacer las necesidades de tracción de los distintos sectores eléctricos de la catenaria en la línea y el depósito. El suministro de energía eléctrica ofrecido dispondrá de las adecuadas condiciones de fiabilidad y garantía que son necesarias en un servicio de transporte metropolitano.

La Primera Línea del Metro de Quito tendrá una longitud total de 22 km., entre las estaciones de Quitumbe y El Labrador. La definición y valoración de las obras que han de realizarse para el conjunto de las instalaciones se basa en los siguientes parámetros.

- Trazado de la línea
- Sistema de señalización
- Características del Material Móvil.
- Condiciones de explotación previstas para los escenarios inicial y final.
- Tensión de Alimentación de tracción de la línea a 1500 Vcc.
- Dimensionamiento S-1, es decir, en el caso de que una subestación de tracción quede fuera de servicio, las subestaciones colaterales deberán estar conectadas eléctricamente de forma que el tramo eléctrico afectado siga prestando servicio en condiciones normales de explotación, manteniendo el intervalo de trenes de la línea.
- Dimensionamiento N-1, es decir, asegurar la continuidad del suministro con los mismos requerimientos, en caso de fallo de una subestación de compañía suministradora, de forma que el tramo eléctrico afectado siga prestando servicio en condiciones normales de explotación ,manteniendo el intervalo de trenes de la línea.
- Subestaciones configuradas en paralelo.
- Limitación de la caída de tensión en línea según las normas UNE-EN 50163 para la tensión en catenaria y UNE-EN 50122 para la tensión carril-tierra. Resultados del estudio de simulación de los diferentes escenarios, inicial y final, normal y S-1, propuestos para hacer frente a la distribución y ubicación de las Subestaciones Eléctricas.

Atendiendo a las citadas condiciones de diseño, se definen los siguientes criterios de dimensionamiento de las instalaciones:

- Número de subestaciones y su ubicación a lo largo de la línea.
- Potencia instalada en las subestaciones.
- Red de cables de Alta Tensión de interconexión entre subestaciones.
- Suministro de energía de compañía eléctrica suministradora, para atender los consumos previstos.

Según los estudios de simulación realizados, la solución de alimentación de tracción de la línea y del depósito para los distintos escenarios de explotación, es la siguiente:

Escenario inicial de explotación previsto, para 16 trenes MRSSRM:

- Alimentación de tracción de línea 1 a 1500 Vcc y en paralelo, desde 11 subestaciones ubicadas en:
  1. Depósito de Quitumbe
  2. Estación 2 (Morán Valverde)
  3. Estación 3 (Solanda)
  14. Estación 5 (El Recreo)
  15. Estación 6 (La Magdalena)
  16. Estación 7 (San Francisco)
  17. Estación 8 (La Alameda)
  18. Estación 10 (Universidad Central)
  19. Estación 12 (La Carolina)
  20. Estación 14 (Jipijapa)
  21. Estación 15 (El Labrador)
- Alimentación de tracción del depósito de Quitumbe a 1500 Vcc, desde la Subestación ubicada en el depósito.

Escenario final de explotación previsto, para 27 trenes MRSSRM:

- Alimentación de tracción de línea 1, a 1500 Vcc y en paralelo, desde 13 subestaciones ubicadas en:
  1. Depósito de Quitumbe
  2. Estación 2 (Morán Valverde)
  3. Estación 3 (Solanda)
  4. Estación 4 (El Calzado)
  5. Estación 5 (El Recreo)
  6. Estación 6 (La Magdalena)
  7. Estación 7 (San Francisco)

8. Estación 8 (La Alameda)

9. Estación 10 (Universidad Central)

10. Estación 11 (La Pradera)

11. Estación 12 (La Carolina)

12. Estación 14 (Jipijapa)

13. Estación 15 (El Labrador)

- Alimentación de tracción del depósito de Quitumbe a 1500 Vcc, desde la Subestación ubicada en el depósito.

Las actuaciones a realizar son:

- Instalación del equipamiento de las 11 Subestaciones Eléctricas necesarias para el escenario inicial de explotación, para a alimentar la Línea 1 y el depósito, con un nivel de tensión de tracción de 1500 Vcc:

**Tabla 9 Ubicación de Subestaciones Eléctricas**

SUBESTACIÓN		
No.	Ubicación	Nombre
1	DEPÓSITO	QUITUMBE
2	Estación-02	MORÁN VALVERDE
3	Estación-03	SOLANDA
4	Estación-05	EL RECREO
5	Estación-06	LA MAGDALENA
6	Estación-07	SAN FRANCISCO
7	Estación-08	LA ALAMEDA
8	Estación-10	UNIVERSIDAD CENTRAL
9	Estación-12	LA CAROLINA

SUBESTACIÓN		
No.	Ubicación	Nombre
10	Estación-14	JIIPIJAPA
11	Estación-15	EL LABRADOR

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

- Instalación de la Red de cables de Alta Tensión en 22,8 KV, de interconexión entre Subestaciones Eléctricas.
- Instalación del Sistema de Gestión de Medida de Energía, necesario para implementar la medida de energía de tracción y de servicios auxiliares en la Primera Línea.
- Instalación del Puesto de Control de Energía situado en el Puesto de Control Central, ubicado en el depósito de Quitumbe, para posibilitar el control y telemando de las instalaciones de energía (subestaciones eléctricas de tracción, seccionadores de catenaria y centros de transformación).

#### **5.5.1.2. Distribución de energía**

La arquitectura de la red de energía en Alta Tensión (A.T.) de 22,8 kV (60 Hz) distribuida en línea, con seis acometidas de la red de distribución primaria de subestaciones de tracción confiere seguridad en el servicio y facilidad de mantenimiento. El sistema está concebido en n-1, es decir, su funcionamiento no se ve afectado ante la eventual falta de alimentación de uno de los suministros de la red primaria. Las acometidas en A.T. desde las Subestaciones corresponden a una distribución de cargas y distancias apropiadas para una correcta explotación de la línea, en la que las Subestaciones aúnan cargas similares, logrando así el reparto de cargas global.

Las instalaciones de Distribución de Energía son las encargadas de satisfacer las necesidades de alimentación eléctrica en Baja Tensión de los distintos elementos constituyentes de las instalaciones fijas integradas en las estaciones, túneles y depósito de la red metropolitana. Para ello, dichas instalaciones se segmentan en dos grandes áreas, las correspondientes al suministro y transformación en Alta Tensión y a la posterior distribución y recepción de suministro eléctrico en Baja Tensión (B.T.) a los diferentes receptores con tensión de 220/ 127 V (60 Hz).

El sistema de distribución se ha diseñado para optimizar tanto las secciones de los cables utilizados, como el equipamiento dentro de los Centros de Transformación de Estación (CTE) y Centros de Transformación de Ventilación (CTV), debido a las características principales de la línea, su longitud y las tensiones utilizadas.

Una de las soluciones adoptadas y la principal característica del esquema, es la introducción de los CTV, que se utilizan para alimentar los sistemas de ventilación del túnel. La disposición de los CTV en los mismos pozos de ventilación permite alimentarlos con la mínima longitud de cable, utilizando así secciones de cable mucho más pequeñas que si tuviésemos que alimentarlos desde las estaciones.

Se ha previsto telemando de energía en A.T. de los CTE Y CTV desde el Puesto de Control Central, lo cual permite la supervisión permanente del sistema y, en caso de falta, la reorganización de las fronteras y su balance de cargas de forma inmediata.

Teniendo en cuenta que la ciudad de Quito se encuentra situada a 2850 metros sobre el nivel del mar, es necesario aplicar un factor de corrección de altitud (desclasificación) sobre las especificaciones eléctricas de los aparatos de protección aseguradas a nivel del mar para trasladarlas a las equivalentes en esa altitud. Por otra parte, los elementos que conforman la instalación deberán ser capaces de soportar esfuerzos mecánicos longitudinales y transversales y no colapsar ante un sismo como el especificado en el “Código Ecuatoriano de la Construcción”.

Centros de Transformación de Estación (CTE): Los Centros de Transformación de Estación (CTE) se encuentran situados a nivel de andén. Están divididos en dos zonas claramente diferenciadas: la zona de Alta Tensión y la de Baja Tensión.

En la zona de A.T. se instalan las celdas de distribución, los transformadores de potencia y los cuadros de salida de protección de transformadores en B.T. La tensión de servicio en Baja Tensión se encuentra asegurada a través de dos transformadores, uno reserva del otro, que permiten tanto un fallo ocasional de uno de ellos como el mantenimiento y su sustitución sin afectar al servicio de explotación de la red de Metro.

En la zona de B.T. se encuentran los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT). Se instala un Cuadro General de Baja Tensión en cada estación alimentado desde dos transformadores gracias a una conmutación automática que permite, en intervención del hombre, conmutar la carga del transformador, en el caso de fallo de uno de ellos, manteniendo la continuidad del servicio.

El sistema de distribución de energía en B.T. cuenta a su vez con una acometida exterior (denominada alimentación de socorro) proveniente de la compañía eléctrica, en cada estación y el depósito, que asegura la alimentación eléctrica a los sistemas críticos ante la falta de suministro eléctrico de la red primaria del Metro de Quito. Son considerados servicios críticos los relativos a los sistemas de emergencia y evacuación, así como aquellos que afecten a la explotación de la línea, tales como el sistema de señalización, los seccionadores de línea aérea, sistema de control, etc. A su vez, esta alimentación está redundada en la mayor parte de estos servicios a través de sistemas de alimentación ininterrumpida ubicados en sus respectivos recintos.

Centros de Transformación de túnel (CTV): Los Centros de Transformación de Túnel o también llamados Centros de Transformación de Ventilación toman este nombre dado que son los encargados de alimentar fundamentalmente el sistema de ventilación de

túnel. La Primera Línea del Metro de Quito dispone de un total de catorce centros de transformación de ventilación, emplazados en cuartos adosados al hastial del túnel, que recogen el conjunto de las instalaciones de A.T. y B.T.

Los CTV con un solo transformador se alimentan de la misma línea en alta tensión por lo tanto, no se incurren en grandes infraestructuras, utilizando sistemas compactos de celdas 2L1P y transformadores de baja potencia.

*Distribución de energía en depósito de Quitumbe:* El CT del Depósito de Quitumbe está formado por tres transformadores de 1000 KVA cada uno, dónde dos de ellos estarán trabajando en paralelo y el tercero se encuentra en reserva.

Una vez realizada la transformación A.T. (22,8 kV) / B.T. (I+N/127 y III / 220V), se direcciona a un cuarto independiente denominado Cuarto de Baja Tensión, desde dónde se realiza la distribución eléctrica en baja tensión a los subcuadros eléctricos propios de cada instalación especializada.

### **5.5.1.3. Electrificación**

Se entiende por Sistema de Electrificación al conjunto de cables conductores y elementos de soporte que proporcionan al tren la energía eléctrica necesaria para la tracción. Sus límites son el punto de alimentación en la subestación y el punto de contacto con el pantógrafo. Se entiende por Línea Aérea el hilo de contacto y los elementos necesarios para su suspensión. Podemos decir que la Línea Aérea es, por tanto, el subsistema necesario para que el pantógrafo del tren capte la intensidad que demanda del hilo de contacto. Asimismo, llamamos subsistema de alimentación a la línea de transporte que alimenta la línea aérea desde las salidas de feeder de las subestaciones y a los seccionadores que permiten su configuración según las necesidades de la explotación.

El sistema de alimentación se define de manera conjunta para la Primera Línea del Metro de Quito y para el depósito de Quitumbe. En cuanto a la Línea Aérea se ha proyectado un sistema de catenaria rígida en toda la Primera Línea del Metro de Quito ya que permite una calidad de captación de corriente suficiente a las velocidades máximas de circulación previstas y presenta pocos requerimientos de mantenimiento. Para el depósito de Quitumbe se ha proyectado una línea aérea tipo hilo tranviario para la playa de vías y tipo catenaria convencional para la vía de pruebas.

Se define una solución para la Primera Línea del metro de Quito basada en catenaria rígida PAC MM-04. Esta circunstancia no invalida que pueda ser instalada otra solución de catenaria rígida tal que no suponga una reducción de la calidad de captación con el pantógrafo descrito en el Pliego de Condiciones Técnicas para el Suministro del Nuevo Material Móvil de la Primera Línea del Metro de Quito y cuya superior conductora sea igual o que la del perfil citado.

Para el Depósito de Quitumbe la solución definida se basa en hilo tranviario. En esta solución se utilizan elementos recogidos en normas internacionales, elementos comerciales y soluciones a medida de fácil fabricación.

Los alcances principales recogidos en el proyecto son:

#### 1. Primera Línea del Metro de Quito

- Suministro, instalación y puesta en servicio de línea aérea de contacto para 1500 Vcc tipo catenaria rígida perfil PAC MM-04 para 22 kilómetros de vía doble y 15 estaciones, incluyendo estructuras de soporte en las distintas secciones de túnel, estaciones y viaducto, aisladores de suspensión, perfil de aluminio, hilo de contacto y alimentaciones de puenteo entre tramos.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 22 seccionadores de apertura en carga para la sectorización de la Primera Línea del Metro de Quito.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de cables de feeder positivo y negativo para transportar la energía desde 11 subestaciones a la línea aérea.

#### 2. Depósito de Quitumbe

- Suministro, instalación, y puesta en servicio de línea aérea de contacto para 1500 Vcc tipo hilo tranviario compensado en el enlace del depósito con la línea, en la playa de vías y en las vías interiores que necesitan ser electrificadas.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de línea aérea de contacto para 1500 Vcc tipo catenaria convencional compensada en la vía de pruebas.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 4 seccionadores de apertura en carga para alimentar cada paquete eléctrico.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 7 seccionadores con puesta a negativo y control de los mismos y de las pasarelas de mantenimiento de pantógrafo asociadas.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de los cables de feeder positivos y negativos.

Los sistemas de estaciones y subestaciones eléctricas para el proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, serán implementados de acuerdo a los requerimientos del proyecto por la Empresa Eléctrica Quito.

#### **5.5.1.4. Sistema de control y venta de títulos**

La implantación de un sistema de control y venta de títulos basado en soportes dotados de tecnología 100% sin contacto, donde los títulos sencillos se expendirán en soportes tipo TOKEN (elementos plásticos de larga durabilidad y resistencia dotados de microchip) y los multiviajes, abonos y tarjeta monedero, se expendirán en formato de tarjetas plásticas dotadas en ambos casos de interfaz acorde con la normativa ISO 14443 tipo A y B.

Teniendo como base este tipo de soporte, el suministro del presente proyecto básico englobará equipos de peaje para el control de acceso de estaciones que disponen como sistema de bloqueo mecánico trípodes de 120° de giro, lo que comúnmente se denomina torniquetes.

Para el paso de usuarios de movilidad reducida, el sistema de control de títulos define el suministro de puertas de paso batientes de ancho normalizado, que están dotadas de procesadores sin contacto para habilitar el acceso controlado a las instalaciones de este tipo de usuarios.

No serán descartadas otras soluciones técnicas propuestas que estén basadas en puertas de paso batientes o tipo abanico, que en posición recogidas en el mueble permita un paso diáfano y libre de obstáculos a los usuarios. En este caso, los elementos destinados al paso de usuarios de movilidad reducida estarán integrados dentro de la propia batería mediante equipos de características similares y de ancho especial normalizado.

El sistema de control de títulos definido en el presente Proyecto, es un sistema cerrado, por lo que todos los equipos destinados al control de títulos de transporte, dispondrán de procesador de títulos tanto a la entrada como a la salida de la zona de pago.

El sistema de venta de títulos de transporte se caracterizará por ser un sistema donde el mayor peso estará soportado por un sistema atendido mediante terminales de recarga de tarjetas y expendición de TOKEN que, localizados en taquillas, permitirán la realización de tareas de carga, recarga de tarjetas, peticiones de consulta de saldo, baja y alta de soportes sin contacto, etc.

Este sistema de venta atendido estará apoyado por equipos de venta automática en aquellas estaciones en las que se ha considerado que la demanda prevista de viajeros lo aconseja.

Para la realización de los procesos de personalización de tarjetas de abono, el sistema dispondrá, en puntos emblemáticos de la Red, de puestos de venta atendida que tienen implementados características y procesos específicos para la realización de impresión y caracterización de soportes, siempre dotados de interfaz sin contacto.

Por último se define todos los elementos necesarios para la gestión, control y captura de datos que son necesarios en ambos sistemas tanto a nivel de estación como a nivel centralizado desde el Puesto de Control Centralizado (PCC).

El sistema de control y venta de títulos estará a cargo de la Empresa Publica Metropolitana de Transporte de Pasajeros del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

#### **5.5.1.5. Escaleras mecánicas y ascensores**

Las instalaciones a proyectar son las siguientes:

- Instalación de ascensores de 1000 kg – 13 personas ó 630 kg – 8 personas (clase I), en función de la estimación del uso de la estación, que comunican los accesos, a nivel de calle con los vestíbulos y/o andenes de las estaciones que forman parte del alcance del proyecto. Con el siguiente criterio de implantación:
  - Ascensores de 1000 kg en las estaciones de Quitumbe, Recreo, Magdalena, San Francisco, El Ejido y El Labrador.
  - Ascensores de 630 kg en las estaciones de Morán Valverde, Solanda, El Calzado, La Alameda, Universidad Central, La Pradera, La Carolina, Ñaquito y Jipijapa y edificio de oficinas en Depósito.
- Obras auxiliares a realizar en fosos y huecos de ascensor.
- Instalación de las escaleras mecánicas que comunican los accesos, a nivel de calle con los vestíbulos y/o andenes de las estaciones que forman parte del alcance del proyecto. El criterio de diseño será el de una escalera mecánica por desnivel a salvar (sentido ascendente) si bien en las estaciones de Universidad Central y Jipijapa desde los niveles intermedios a andenes, un desnivel por andén será totalmente peatonal. En relación al anterior criterio se exceptúan las siguientes estaciones:
  - Quitumbe, se dotarán de escaleras mecánicas de bajada de vestíbulo a andenes.
  - El Recreo, se dotarán de escaleras mecánicas de bajada de vestíbulo a andenes.
  - La Magdalena, se dotarán de escaleras mecánicas de bajada de niveles intermedios a vestíbulos y de éste a andenes.
  - El Labrador, se dotarán de escaleras mecánicas de bajada de los dos niveles intermedios a vestíbulo y de éste a andenes.

- Obras auxiliares a realizar en cuartos de ubicación de equipos de control y fosos realojamiento de escaleras mecánicas.
- Instalación de canalizaciones para la detección y extinción de incendios a lo largo del interior de las escaleras mecánicas.
- Acometidas.

#### **5.5.1.6. Sistema de Protección Contra Incendios**

Los objetivos que cumplen las instalaciones de protección contra incendios (PCI), son los siguientes:

- Detectar los incendios en una fase incipiente al objeto de poder hacer frente al incendio cuando éste no ha alcanzado gran magnitud, y resulta fácil controlarlo. Asimismo, disponer de los elementos básicos para poder transmitir alarmas y para avisar de las mismas.
- Extinguir los incendios en función de la magnitud y tipología del incendio.
- Crear las instalaciones básicas de apoyo para la intervención de bomberos.
- Señalizar las salidas y rutas de evacuación, así como los medios de extinción.

La instalación de Protección Contra Incendios se implantará en la totalidad de estaciones (15) y los correspondientes túneles de interestación. Por otra parte, se dotará con sistemas de PCI el depósito de Quitumbe, que incluye la nave de mantenimiento, talleres, almacenes, oficinas y puesto de mando.

#### **5.5.1.7. Ventilación**

Se engloban las siguientes instalaciones:

- Ventilación de túneles y estaciones
- Presurización de salidas de emergencia en túneles
- Climatización del auditorio de la estación de San Francisco

##### Ventilación de túneles y estaciones

Dimensionado de los equipos de ventilación

De acuerdo a los cálculos realizados y atendiendo a criterios de uniformidad se han seleccionado los equipos de ventilación que se indican a continuación. Dichos equipos cumplirán los requerimientos establecidos en los restantes documentos que conforman el Proyecto y en especial en el Pliego de Condiciones.

#### A1) Ventilación de túneles cerrados

- Equipamiento instalado en pozo interestación (en todos los pozos):
  - 2 Ventiladores axiales Ø 1800 mm de 2 velocidades: 180000 / 240000 m<sup>3</sup>/h – 480/ 608 Pa – 27 / 63 kW. Clase térmica 200 °C / 2 h. Ejecución autoportante con cono difusor acústico.
  - 2 Inclinatorios (compuertas circulares motorizadas).
  - 2 Silenciadores disipativas de bafles paralelos, en lado exterior.
- Equipamiento instalado en bóveda de túnel
  - Ventiladores auxiliares de chorro (JET), clase térmica 200 °C / 2h. Incorporarán silenciadores circulares con núcleo.
  - Características de empuje y potencia.

#### A2) Ventilación de túneles semiabiertos

- Equipamiento instalado en ensanchamiento de túnel:
  - Ventiladores principales de chorro (JET). Clase térmica 200 °C / 2h. Incorporarán silenciadores circulares con núcleo.
  - Características de empuje y potencia.

#### B) Ventilación estaciones

- Equipamiento instalado en sala / salas de estación (en todas las estaciones):
  - 2 Ventiladores axiales Ø 1400 mm de 2 velocidades 45000 / 90000 m<sup>3</sup>/h – 87 / 341 Pa – 2,3 / 18,5 kW.
  - 2 Silenciadores disipativos de bafles paralelos, en lado interior.
  - 2 Silenciadores disipativos de bafles paralelos, en lado exterior.

#### Presurización De Salidas De Emergencia En Túneles

##### *Características generales de la presurización en Salidas de Emergencia*

Las salidas de emergencia disponen de una galería de entroque con el túnel o estación. En esta galería se construye un vestíbulo de independencia formado por puertas cortafuegos. EI-120 al objeto de compartimentar la zona de potencial riesgo de incendio (túnel o estación) con la escalera ascendente de evacuación. Al objeto de asegurar que el humo derivado de un incendio no pueda entrar en la salida de emergencia se dotará al vestíbulo de independencia de un sistema de presurización.

El sistema de presurización estará formado por equipos de ventilación que captarán el aire limpio (preferentemente de manera directa desde el exterior) a través de conductos convencionales o específicos creados al efecto en huecos de la construcción y lo impulsarán al interior del vestíbulo de aislamiento a través de conductos que terminarán en una compuerta de regulación, compuerta cortafuegos y rejilla decorativa. Por otra parte existirá una compuerta de sobrepresión para limitar la presión en el interior del recinto y lanzar el caudal residual a la zona de escaleras con lo que se conseguirá ventilar y crear una ligera presión positiva en este volumen.

#### **5.5.1.8. Comunicaciones y Radio Telefonía**

Dentro del alcance de este estudio se incluyen los siguientes sistemas:

- Red de Comunicaciones
- Red Ethernet de Estación
- Sistema de Telefonía y Telefonía de Explotación
- Sistema de Radiotelefonía de Explotación
- Sistema de Radiotelefonía TETRA
- Sistema de Teleindicadores

##### Red de Comunicaciones

La Red de Comunicaciones proporciona la infraestructura básica necesaria para la interconexión de los diferentes elementos y, evidentemente, su fiabilidad tienen una implicación directa en la disponibilidad del resto de los sistemas, por ello el criterio básico de diseño para la red de comunicaciones ha de ser la fiabilidad y garantía de disponibilidad.

##### Red Ethernet de Estación

A lo largo de toda la estación, se instalarán diferentes elementos que necesiten comunicarse entre sí, o acceder al Puesto de Control Central, la interconexión de estos elementos se realizará a través del protocolo TCP/IP, empleando la Red Ethernet de Estación.

La Red Ethernet de Estación incluye:

- Nodos de Acceso a instalar en los diferentes cuartos técnicos.
- Cableados de Fibra Óptica necesarios.
- Cableados de par trenzado (cableado estructurado).

### Sistema de Telefonía y Telefonía de Explotación

El Sistema de Telefonía propuesto es una integración de soluciones estándar de Telefonía IP con aplicaciones específicas para la implementación de los Sistemas de Telefonía de Explotación.

La Solución de Telefonía propuesta permite implementar un sistema de telefonía basado en tecnologías de voz sobre IP con todas las características de una red de PABX clásicas de gama alta.

El sistema se basa en el empleo de un servidor central, o Centralita IP, que proporciona las facilidades de conmutación de llamadas y servicios avanzados (servicios Centrex), es decir, todas las capacidades de una PABX habitual, pero con las ventajas de las soluciones de VoIP.

### Sistema de Radiotelefonía TETRA

El Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital cumplirá en su totalidad con el Estándar TETRA permitiendo la transmisión de voz y datos en las distintas modalidades previstas por dicho estándar (mensajes de estado, datos cortos, y datos en modo paquetes). Asimismo, el Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital TETRA a implantar deberá ser totalmente compatible con el Sistema de Radiotelefonía TETRA a instalar en los Trenes de Metro de Quito.

El Sistema de Radiotelefonía TETRA hará uso de las infraestructuras radiantes a instalar en la línea (túneles y estaciones) y que se incluyen en el presente proyecto.

El sistema TETRA constituirá el futuro Sistema de Radiocomunicaciones del Metro de Quito, y prestará como sistema único de radiocomunicaciones, los servicios de voz necesarios para la explotación, incorporando además los servicios de transmisión de datos (mensajes de estado, datos cortos por canal de control y datos por paquetes por canales especializados) entre el Puesto de Control Central y los Trenes.

### Sistema de Información al Viajero

El Sistema de Información al Viajero permitirá la gestión y presentación de la información en los diferentes paneles teleindicadores de las estaciones, permitiendo una actualización en tiempo real de las informaciones de todos ellos.

La gestión del Sistema de Información al Viajero se realiza desde el puesto de Control Central, y cuenta con equipamiento distribuido a lo largo de las estaciones.

#### **5.5.1.9. Control de Estaciones**

El proyecto comprende las siguientes instalaciones en cada una de las estaciones:

- Sistema de control de estaciones (SCE)

- Sistema de cancelas
- Sistema de comunicación asociado al Control de Estación
  - Sistema TVCC
  - Sistema de Megafonía
  - Sistema de Interfonía
- Sistemas de control de accesos y antiintrusión
- Equipamiento de cuartos técnicos
- Sistema de alimentación eléctrica y equipamiento auxiliar
- Sistema de seguridad perimetral del Depósito de Quitumbe

#### Sistema de Control de Estaciones (SCE)

El Sistema de Control de Estaciones (SCE) integra la supervisión y mando de un conjunto de instalaciones, quedando el control de la estación centralizado a nivel de vestíbulo en el cuarto destinado a la venta manual de títulos de transporte (Taquilla), denominado Puesto de Control Local (PCL).

Las instalaciones sobre las que, en principio, se hacen tareas de control, telemando y supervisión son las siguientes:

- Escaleras mecánicas
- Ascensores
- Ventilación
- Cancelas
- Equipos de bombeo
- Energía:
  - Alumbrado de túnel
  - Alumbrado de estación
- Salidas de Emergencia
- Zonas de presurización de las salidas de emergencia de túnel

A la vez realizará las funciones de presentación y correlación de actuación con otros sistemas, fundamentalmente: TVCC, Megafonía e Interfonía.

El sistema SCE dispondrá de un interfaz gráfico que permitirá el acceso a los sistemas inteligentes de la propia estación a partir de una única aplicación basada en un plano detallado de la estación que represente los andenes, vestíbulos, escaleras, cuartos, etc.

Los subsistemas sobre los que puedan realizar acciones dispondrán de un interfaz de usuario desde el cual realizarlas.

La arquitectura software de este sistema será abierta y modular, de modo que para incorporar nuevos equipos sólo sea necesario desarrollar y/o instalar su módulo de integración correspondiente (p.ej. Sistema de venta y peaje, PCI, etc.)

#### Sistema de Cancelas

Este sistema consiste en la instalación de puertas cancelas automatizadas en las nuevas bocas de acceso para impedir el paso a las estaciones en los períodos de tiempo nocturno en que no existe servicio.

Dispondrán de un autómatas que permita realizar maniobras sobre éstas de forma autónoma, así como el control de todas sus señales de estado. Deben permitir además realizar arranques y paradas automáticos de apertura y cierre de servicio en función de un horario anual integrado en el propio autómatas.

Sistema de Comunicaciones asociados al control de estación

Estará formado por un conjunto de sistemas implantados por una parte para informar y atender a los viajeros y por otra parte para vigilar y supervisar las instalaciones de la estación.

#### Sistema de T.V.C.C.

El sistema de televisión en circuito cerrado (TVCC) permitirá la vigilancia centralizada de todos los andenes, escaleras mecánicas, ascensores, vestíbulos, PCL (taquillas), pasillos de una estación, cancelas y, eventualmente, sacos de fin de línea.

El sistema de TVCC constará de los siguientes componentes principales:

- Cámaras analógicas
- Red de cable coaxial
- Sistema de Centralización de Video
- Equipo de gestión de visualización

### Sistema de Megafonía

El sistema de megafonía permitirá la sonorización de la estación, pudiendo seleccionar una, varias o todas las zonas que se mencionan a continuación:

- Cada andén de la estación
- Cada uno de los vestíbulos
- Cada una de las escaleras
- Cada una de las zonas de pasillos de cierta longitud.

La sonorización se hará utilizando las siguientes fuentes sonoras:

- Mensajes hablados mediante micrófono y mensajes pre-grabados, a nivel local.
- Fuente local de audio constituida por el ordenador del cuarto de comunicaciones, donde se podrá almacenar y transmitir mensajes pregrabados relacionados con la circulación de trenes.
- Acceso a las mismas zonas locales desde otras fuentes similares procedentes del Puesto de Mando Central.

### Sistema de Interfonía

El sistema de interponía permite tanto a los agentes de Metro, como a los viajeros, establecer de modo sencillo y rápido comunicación telefónica con el agente que tenga bajo su control (local o remoto) las instalaciones de la estación y ante la imposibilidad de establecer esta llamada, comunicación con el Puesto de Mando Central.

Esta comunicación se realiza desde ciertos puestos, estratégicamente distribuidos en la estación, incluidos los interfonos de las máquinas de venta automática (METTA).

Se instalarán los siguientes equipos:

- Un interfono por cada par de escaleras, situado en la parte baja de las mismas.
- Tres interfonos por cada andén: uno situado aproximadamente en el centro del mismo y dos interfonos adicionales por andén, situados cerca de cada piñón.
- Un interfono en el interior de cada ascensor.
- Un interfono por cancela

- Un interfono por barrera de peaje
- Un interfono por cada METTA
- Un interfono en cada salida de emergencia de la estación.
- Un interfono en la zona de rescate de las salidas de emergencia de túnel.

### Sistema de Control de Accesos y Anti-intrusión

#### **Sistema de control de accesos**

Al objeto de controlar el acceso al Puesto de Control Local (PCL) y otros cuartos técnicos y permitir el paso a los mismos exclusivamente al personal debidamente autorizado, se instalará un Sistema de Control de Accesos. Este personal irá equipado con tarjeta sin-contacto.

El sistema también realizará las funciones de control de presencia del personal que tenga su puesto de trabajo en la estación y de registro de eventos asociados al sistema (estado de las puertas, fallos, intentos de acceso fallidos, errores, etc.)

#### **Sistema de anti-intrusión**

Con objeto de controlar las actuaciones no autorizadas en el PCL o resto de cuartos técnicos de la estación, así como la manipulación de las máquinas billetearas, etc., se instalará una centralita de seguridad en el armario de control del cuarto de equipos del PCL de cada estación, equipada para el control de 16 zonas (expandible) y conectada a cada uno de los detectores de zona.

#### Sistema de Seguridad Perimetral del Depósito de Quitumbe

En la estación de Quitumbe se sitúa el depósito para el parqueadero y mantenimiento de los trenes, al cual es necesario dotar de sistemas de seguridad que eviten la intrusión de personal NO autorizado en el recinto y protejan las instalaciones. Asimismo, dentro del perímetro del depósito se encuentra el edificio que alberga el Puesto de Mando y distintas dependencias administrativas.

El alcance del proyecto engloba los siguientes subsistemas:

- Subsistema de CTV. La misión principal de este subsistema será vigilar, de forma continua todo el perímetro del Distrito, así como aquellas zonas más críticas definidas, mediante el empleo de cámaras de video fijas.
- Se empleará un sistema de video sobre IP, basado en cámaras que disponen de una salida para red Ethernet a través del punto de red más cercano, empleando la Red Multiservicio.

- Igualmente se instalarán focos de luz infrarroja para una correcta visualización y análisis de la imagen durante la noche.
- Subsistema de Detección Perimetral. El objetivo fundamental del subsistema de detección perimetral será detectar cualquier intento de acceso no autorizado a través del vallado perimetral del Depósito. De este modo se asegurará que únicamente accedan al mismo personal autorizado, de modo que se dispondrá de los medios necesarios para detectar y visualizar el acceso a las instalaciones a través del perímetro. Se emplearán tecnologías basadas en detectores pasivos de infrarrojos que ofrezcan una garantía de detección elevada.
- Subsistema de Gestión. Este subsistema es el núcleo de todo el sistema global. Será el encargado de comunicar e integrar los diferentes subsistemas entre sí. Será una aplicación software que permitirá la integración de diferentes subsistemas externos:
  - Subsistema de CCTV
  - Subsistema de Detección Perimetral.

#### **5.5.1.10. Puesto de Control Central**

Desde el PCC se realizará el control completo de las instalaciones de las estaciones (sistemas electromecánicos, megafonía, interfonía, CTV, SIV, etc.), el control centralizado del tráfico ferroviario, el telemando de energía (subestaciones eléctricas de tracción, seccionadores de línea aérea y centros de transformación), comunicaciones (sistemas de telefonía y radiotelefonía), así como la seguridad de las estaciones y dependencias.

El centro de control a instalar será único y estará ubicado en el edificio auxiliar situado dentro del recinto del Depósito Quitumbe, siendo objeto de este proyecto los siguientes conceptos:

Instalaciones auxiliares del área del PCC

- Adecuación y climatización de la sala de equipos.
- Adecuación y climatización de la sala de control.

Instalaciones específicas del PCC

- Equipamiento de la sala de control
  - Puestos de operador (Trenes, Energía, Control de instalaciones y Supervisor)
  - Puesto de mantenimiento

- Puestos auxiliares
- Videowall
- Pantallas de visualización del sistema CTV.

#### Sistema auxiliares de operación del PCC

- Sistema de audio centralizado. Este sistema integrará todos los sistemas de audio presentes en la Primera Línea del Metro de Quito (Radiotelefonía Tetra, Telefonía IP, Megafonía e Interfonía), en una única frontend interfaz, que se integrará con las aplicaciones de operador, presentando un único interfaz a la vez que se optimizan los recursos y se audita su uso.
- Sistema de grabación de conversaciones. Este sistema se encargará de grabar todas las comunicaciones de audio que tengan como origen o destino el PCC. Las grabaciones serán almacenadas tanto localmente en los grabadores como externamente en la red de almacenamiento, siendo posible el acceso y grabación de las mismas desde los puestos y perfiles autorizados para ello.
- Plataforma Central de Monitorización. En un sistema tan completo como Metro de Quito en donde la indisponibilidad de alguno de los sistemas que lo componen puede afectar a la calidad del servicio ofertado, se hace necesario disponer de una herramienta que disponga de información en tiempo real de los diferentes equipos y subsistemas que ayuden al diagnóstico de las averías y faciliten los procedimientos de resolución de éstas. La plataforma central de monitorización cumple este objetivo posibilitando desde una única consola, la monitorización hardware, software base y de aplicación de todos los sistemas y servicios de explotación desplegados en Metro de Quito. El sistema a desarrollar en el que deberán integrarse todos los sistemas de monitorización y gestión instalados estará basada en software de código abierto, en torno a la suite NAGIOS.
- Sistema de almacenamiento centralizado. Este sistema se instalará con el doble objetivo de operar como red de almacenamiento para los sistemas centralizados y como sistema de almacenamiento de red para cualquier sistema de explotación instalado.

El proyecto también incluye la integración, pruebas y la configuración de los diferentes sistemas de explotación para su operación dentro del PCC.

#### **5.5.1.11. Procedimientos Constructivos**

En lo que a procedimientos constructivos se refiere, en la ejecución de la obra civil de la nueva línea de Metro se ha previsto utilizar tres métodos distintos. Se emplearán dos

máquinas tuneladoras para la ejecución del túnel, en los tramos comprendidos entre los PP.KK 14+249,147 y 19+990,000 y los PP.KK 24+400,854 y 31+549,117.

Las Estaciones, el Intercambiador 24 de Mayo, el túnel de acceso a patios y el tramo inicial del túnel de línea comprendido entre el PK10+000 – PK 13+000, se construirán a cielo abierto entre pantallas de hormigón armado.

Se ejecutarán también a cielo abierto, los pozos y el fondo de saco situado tras la estación de El Labrador.

Mediante el método Convencional, se ejecutarán los tramos de túnel de línea comprendidos entre los PP.KK 13+000,000 – 14+106,834 y 20+096,840 - 24+194,854, las mismas que coinciden con áreas consideradas de sensibilidad por el patrimonio arqueológico y cultural existente.

Los tramos de túnel ejecutados entre pantallas se han proyectado con un gálibo horizontal de 8,15 m y vertical mínimo de 5,20 m medido desde cota de cabeza de carril (excepcionalmente 4,80 m).

En cuanto al túnel excavado mediante Métodos Convencionales se establecen dos tipologías:

- Túnel excavado en mina mediante el método tradicional
- Nuevo método austriaco NTAM.

En ambos casos el gálibo horizontal es de 8,15 m y el vertical de 5,60 m medido desde cota de cabeza de carril.

El túnel con tuneladora se ha planteado con el diámetro exterior: 9,37 m, y sección libre: 8,43 m lo que pueden ser abordados sin dificultades mediante tuneladoras de sección completa, TBM.

En cuanto a los pozos se proyectan tres tipos de pozos: de ventilación, pozos de bombeo y salidas de emergencia.

El método tradicional consta de varias fases, que se van realizando sucesivamente: Se inicia la excavación con una galería de avance según el eje del túnel, de apenas un metro de anchura, en la clave de la sección. Una vez finalizada la galería se abre la excavación a ambos lados de ésta en pases, hasta que la media sección superior queda completamente excavada. Normalmente se utilizan pases de 1 a 2,5m de longitud por 1 a 1,5m de ancho. Luego se ejecuta la bóveda con anillos de 2,5m de ancho, que impedirá la deformación del terreno.

La excavación del avance se realiza mediante martillos neumáticos. La destroza consiste en excavar un cubo central en la mitad inferior, dejando un resguardo de 1 a 1,5m en los hastiales de manera que éstos puedan hacer frente a los empujes de la

bóveda. Esta operación se realiza con máquina excavadora con un desfase de 5 a 6 anillos respecto del avance. Luego se ejecutan los hastiales por bataches al tresbolillo con módulos de 2,5m, cuidando no descalzar la bóveda (la junta entre anillos quedará en el centro del batache) y no excavar dos hastiales enfrentados a la vez.

Para acabar se excava el fondo de la sección y se ejecuta la contrabóveda. Este método es muy versátil, ya que se pueden modificar los parámetros básicos (ancho de pase, longitud de avance, entibación) adaptándolos al tipo de terreno y se sección.

En el método austríaco se procede excavando el frente de avance, cuya sección será la totalidad de la bóveda más aproximadamente un metro de altura de hastiales, en una longitud de avance de 1 a 2m. Esta operación se realiza con retroexcavadora, rozadora, equipos mecánicos o pala cargadora, según las características del terreno.

Inmediatamente después se coloca un sostenimiento constituido por cerchas TH separadas de 0,5 a 1m, previamente curvadas con la sección de la bóveda, que se unen con tresillones metálicos, de 32mm de diámetro, cada metro mediante soldadura. Seguidamente se proyecta una capa de 15 a 20cm de hormigón proyectado con fibras metálicas. La instalación de este sostenimiento avanza con un desfase máximo de 2m respecto la excavación.

Posteriormente se hormigona la bóveda (revestimiento definitivo) con un desfase entre sostenimiento y revestimiento de unos 18. La destroza se realiza de la misma forma que en el Método Tradicional.

**5.5.1.11.1. Construcción del túnel**

La construcción del túnel de línea se realizará por tres métodos, según las características y condiciones del entorno que son:

- Entre pantallas: longitud de 3,3 km
- Método tradicional: longitud de 6,6 km
- Tuneladora: longitud de 12,1 km.

La tramificación se recoge en las siguientes tablas y figuras.

**Tabla 10 Tramificación por método de excavación del túnel**

ESTACIONES	P.K. ESTACIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN
0. Ramal patios		<b>Pantallas hasta 3+000</b>
1. Quitumbe	0+000	

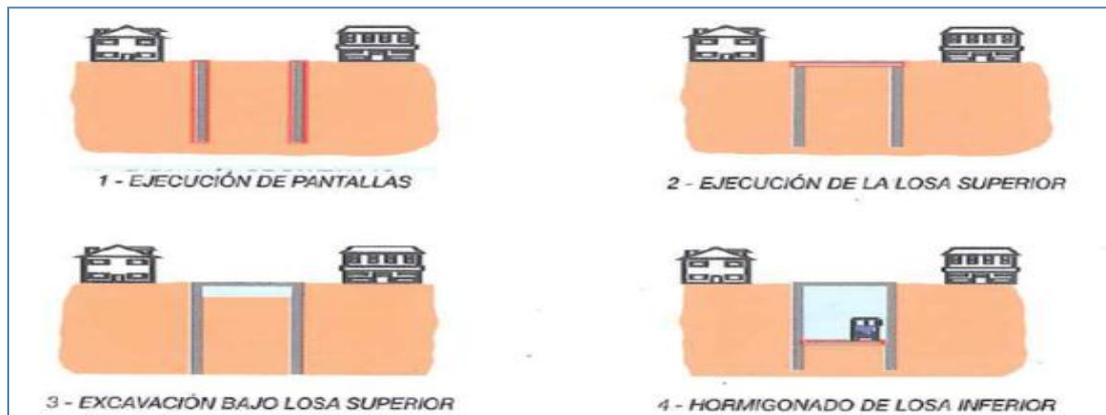
<b>ESTACIONES</b>	<b>P.K. ESTACIÓN</b>	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>
2. Morán Valverde	1+985	<b>Método tradicional</b>
3. Solanda	4+200	<b>Pozo de ataque</b>
4. El Calzado	5+215	<b>Tuneladora</b>
5. El Recreo	6+920	
6. La Magdalena	8+770	<b>Pozo de extracción</b>
7. San Francisco	11+450	<b>Método tradicional</b>
8. La Alameda	13+380	
9. El Ejido	14+300	<b>Pozo de extracción</b>
10. Universidad Central	15+500	<b>Tuneladora</b>
11. La Pradera	16+700	
12. La Carolina	17+650	
13. Iñaquito	19+000	
14. Jipijapa	20+500	
15. El Labrador	21+630	<b>Pozo de ataque</b>
16. Fondo de saco		<b>Método tradicional</b>

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

#### **5.5.1.11.2. Proceso constructivo entre pantallas**

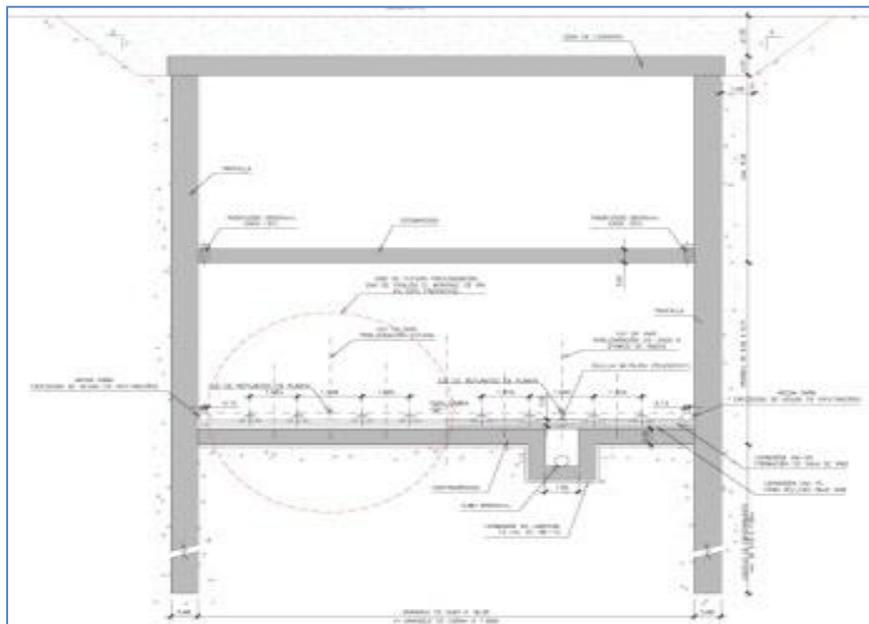
La secuencia de las principales actividades son: ejecución de pantallas, ejecución de la losa superior, excavación bajo la losa superior y hormigonado de la losa inferior.

**Ilustración 9 Secuencia del proceso constructivo entre pantallas**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Ilustración 10 Sección tipo entre pantallas**

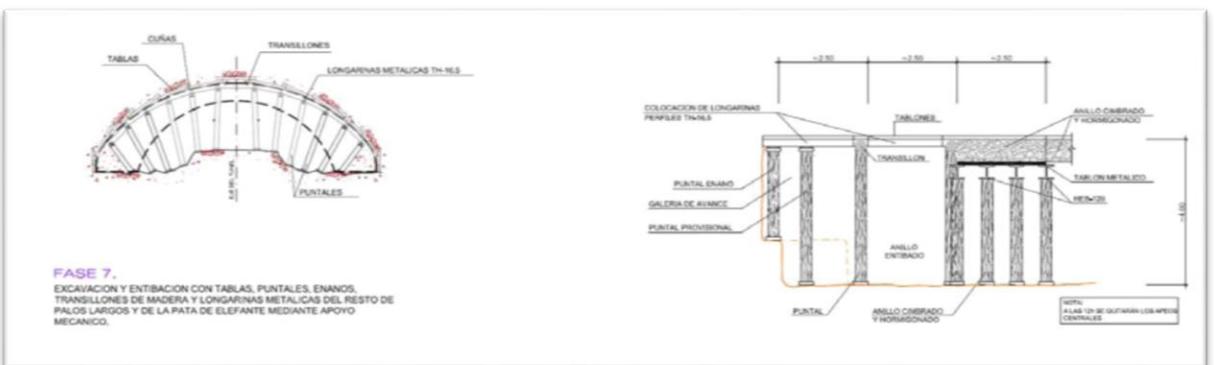
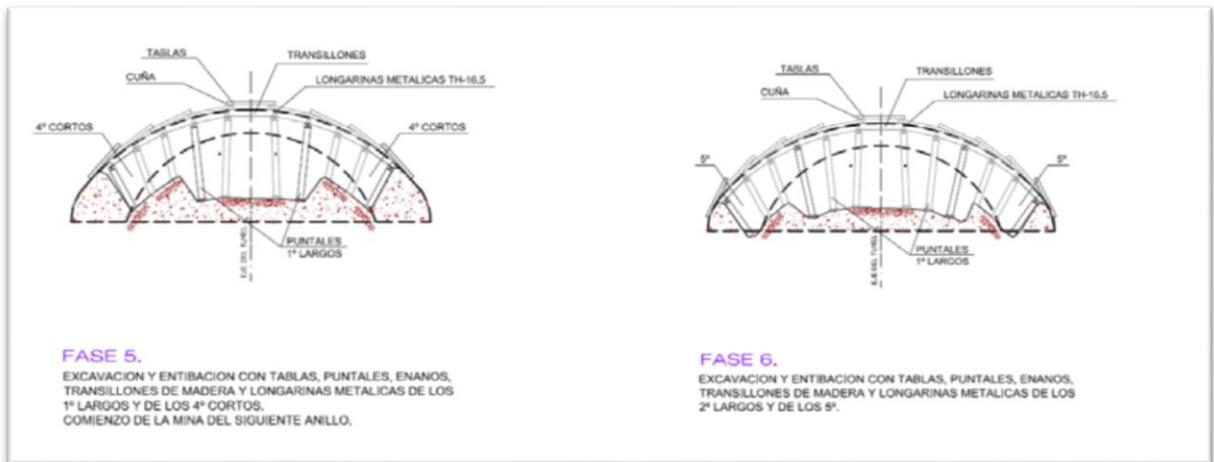
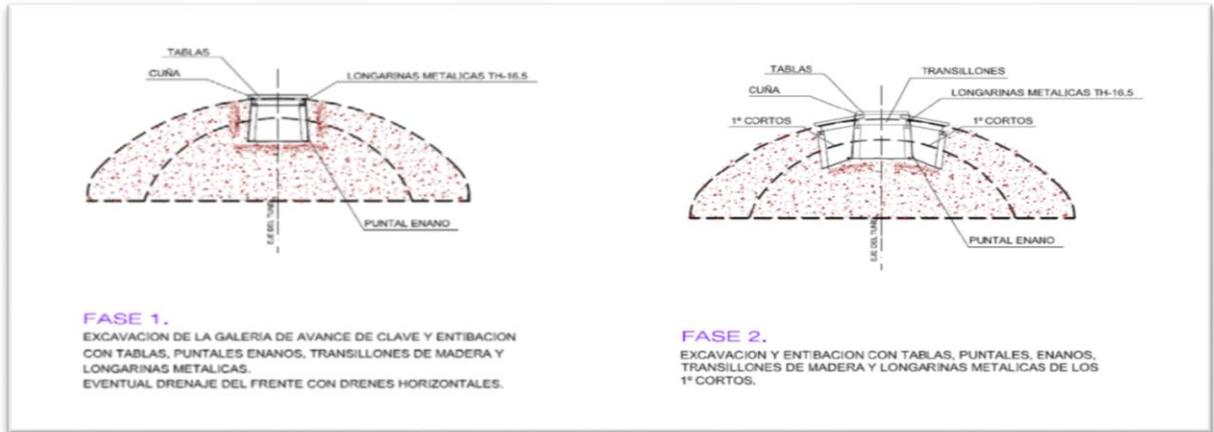


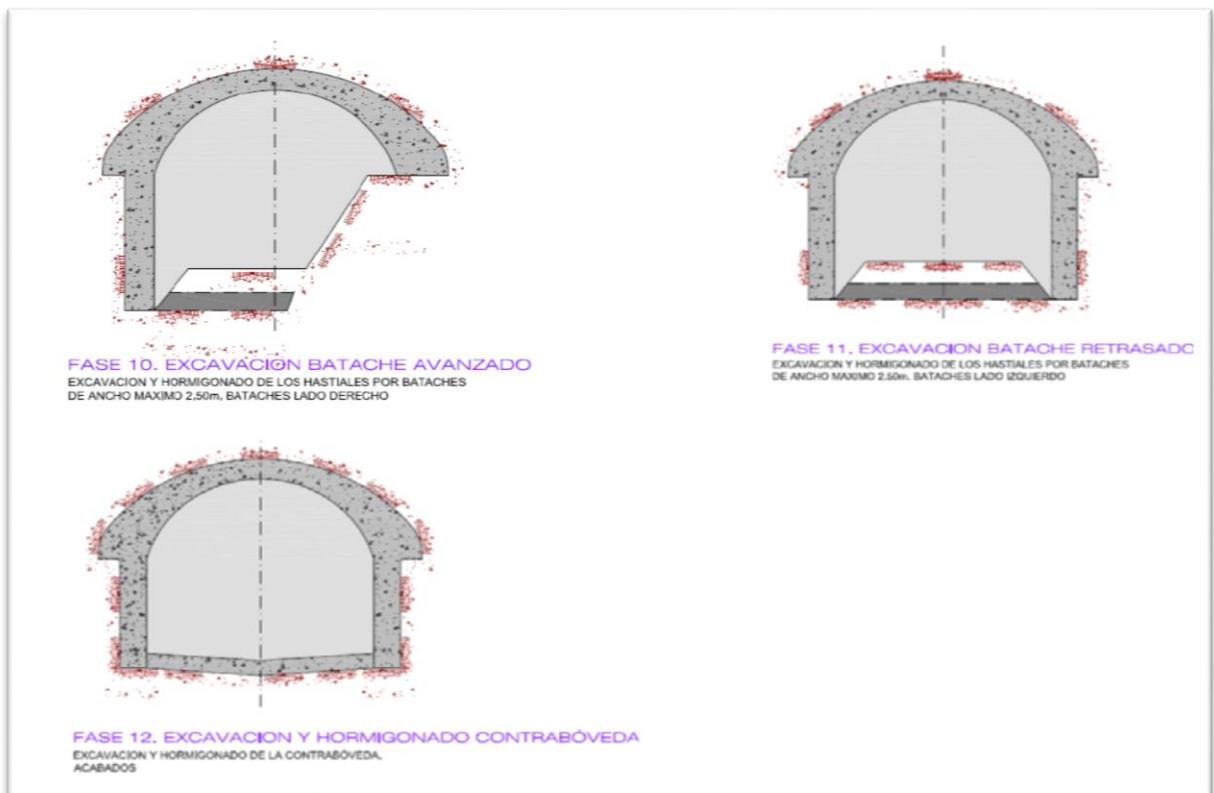
Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### 5.6. Proceso constructivo método tradicional

El proceso constructivo para la ejecución del túnel por este método, consta de 12 fases que se describen a continuación.

**Ilustración 11 Fases constructivas**





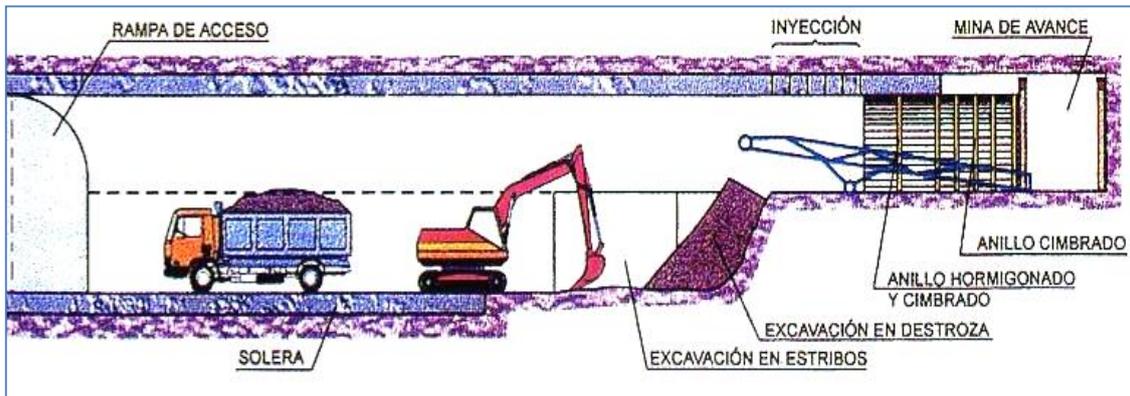
Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Fotografía 15 Imagen túnel método tradicional



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Ilustración 12 Esquema general avance por método tradicional



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

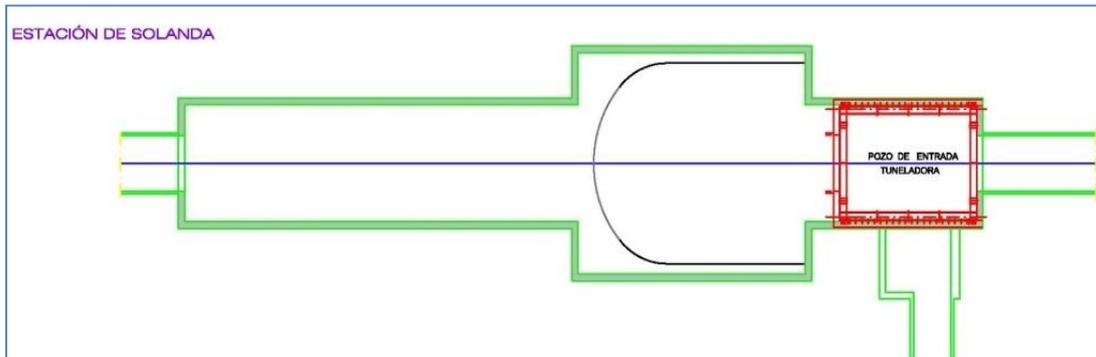
El rendimiento medio de avance por este método es de 50 m/mes.

### 5.6.1. Tuneladora

Como se ha comentado anteriormente, de los 22 km de la Primera Línea del Metro de Quito 12,1 km se realizarán con tuneladora, siendo necesarias, al menos, las siguientes instalaciones:

- Pozo de ataque / extracción de la tuneladora
- Parque de dovelas

**Ilustración 13 Pozo de extracción/ introducción tuneladora**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

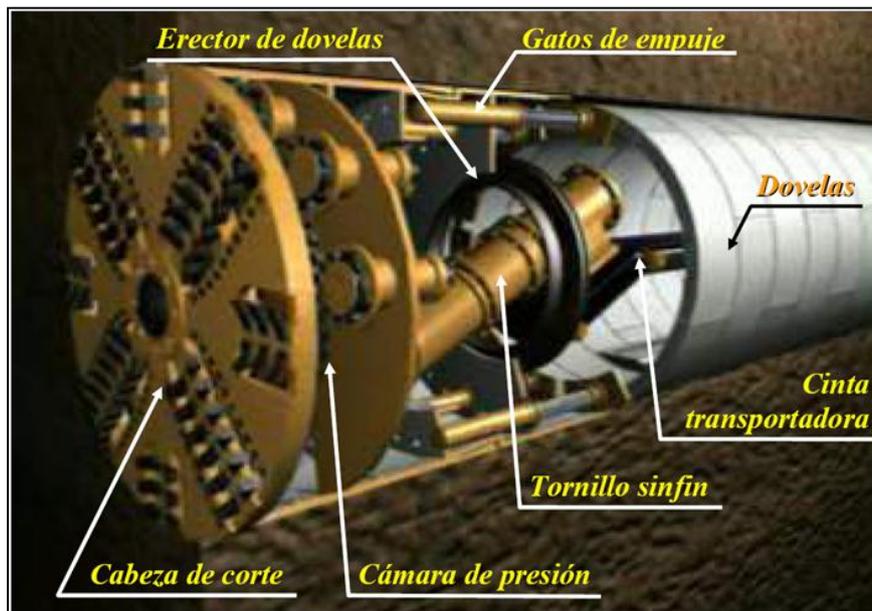
De forma general, el ciclo de la tuneladora se resume en:

- Avance e inyección
- Colocación de dovelas

El rendimiento medio de avance por este método es de 500 m/mes.

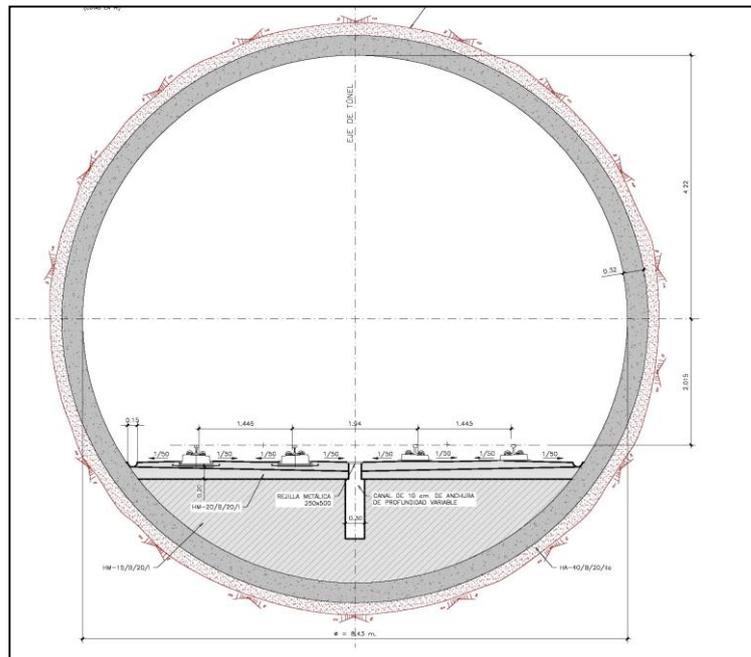
### 5.6.2. Esquema de trabajo

**Ilustración 14 Principales elementos tuneladora**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

**Ilustración 15 Sección tipo con tuneladora**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### 5.6.3. Gálibos. Secciones de Túnel

En el cuadro siguiente se resumen los gálibos para las distintas secciones de túnel definidas en el presente proyecto, considerando coches tipo de la serie 8000:

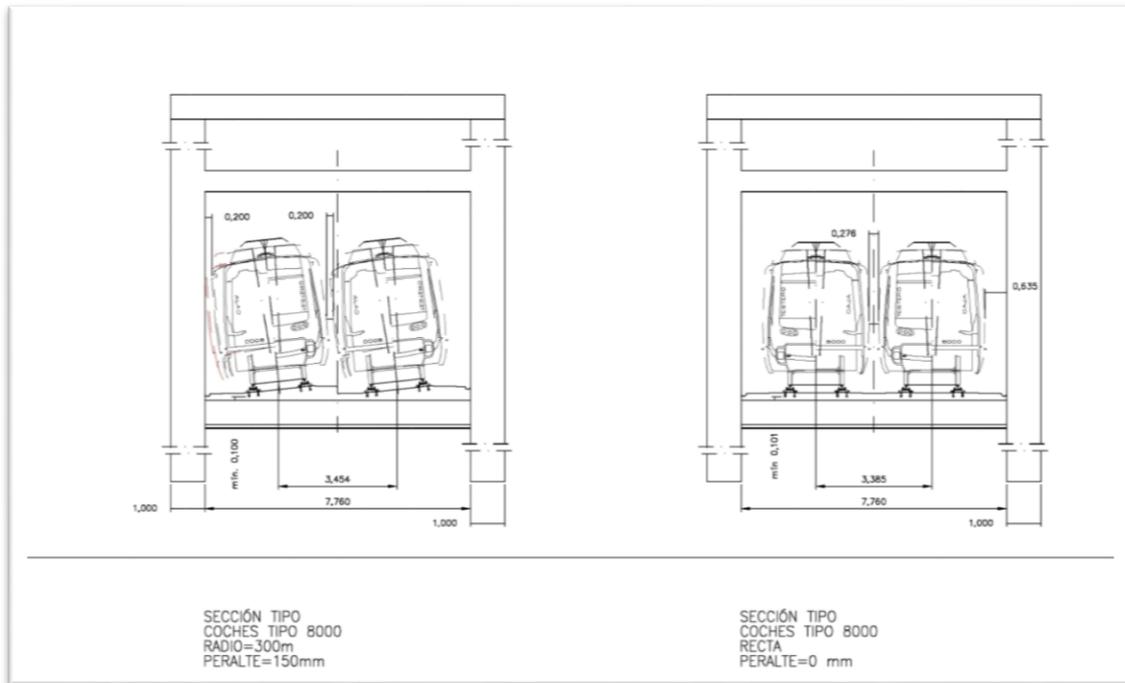
**Tabla 11 Gálibos para distintas secciones del túnel**

SECCIÓN TÚNEL		Distancia (m)	Observaciones
Entre pantallas		7,760	Distancia entre caras internas pantallas
Método tradicional	Vía doble	7,800	Distancia entre caras internas hastiales
	Vía sencilla	4,305	
Tuneladora		8,430	Diámetro interior túnel de vía doble

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

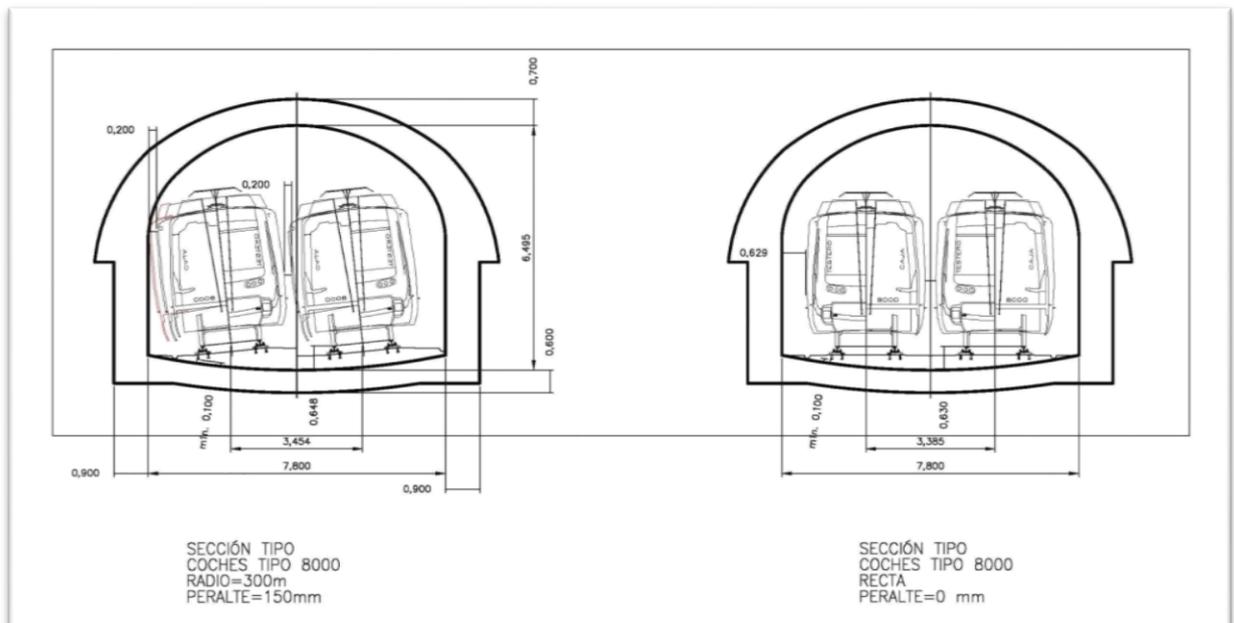
A continuación se incluyen los esquemas de los gálibos.

**Ilustración 16 Sección entre pantallas**



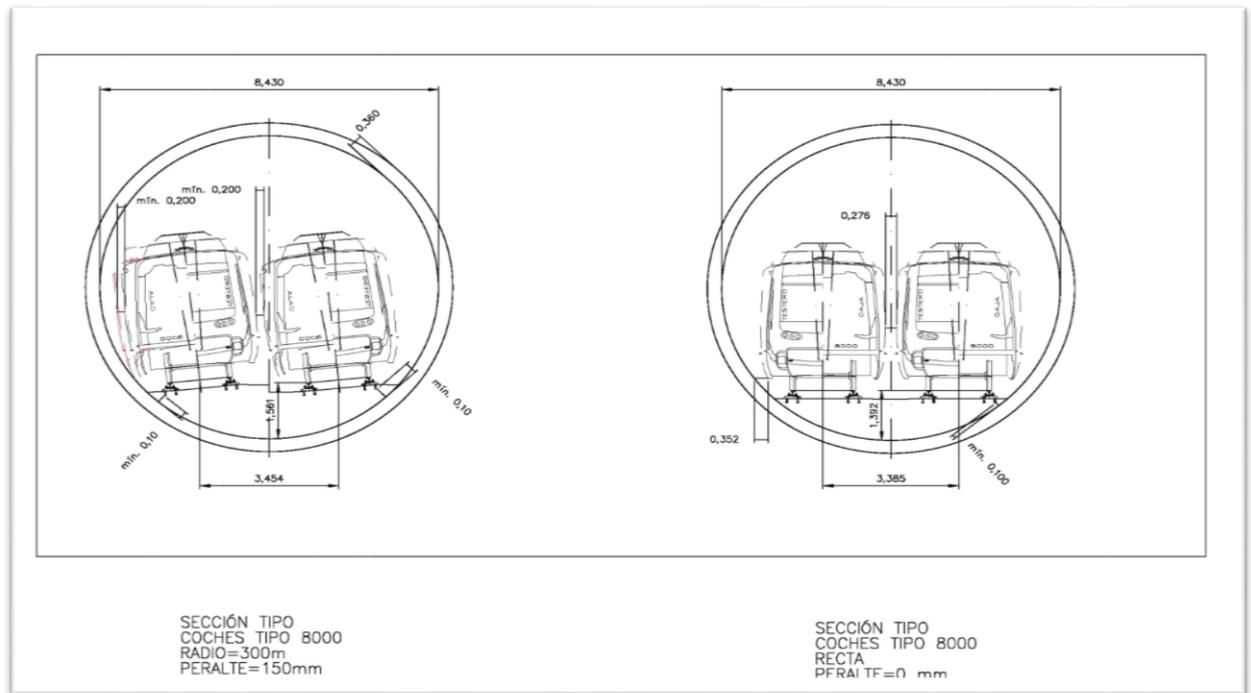
Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Ilustración 17 Sección de método tradicional**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Ilustración 18 Sección tuneladora**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 5.6.4. Parámetros de trazado

Los parámetros de trazado que se han utilizado para el diseño de la Primera Línea del Metro de Quito, se han tomado del “Proyecto Funcional de Estaciones y Túneles tipo de Metro de Madrid”, y se resumen a continuación.

El trazado se ha definido para velocidades de circulación de 100 km/h. Se contará con 2 carriles de circulación.

**Tabla 12 Parámetros de trazado**

Descripción del parámetro	Valor
<b>PLANTA</b>	
Velocidad máxima de circulación	100 km/h
Peralte máximo	150 mm
Radio mínimo	300 m

Descripción del parámetro	Valor
Aceleración máxima no compensada	0,65 m/s <sup>2</sup>
Aceleración máxima no compensada de viajero	1 m/s <sup>2</sup>
Insuficiencia de peralte	100 mm
Máxima variación del peralte	50 mm/s
Rampa máxima de peralte	1,5 mm/m (normal) 2 mm/m (excepcional)
Máxima variación de la aceleración transversal sin compensar	0,02 g m/s <sup>3</sup>
Longitud mínima de recta entre curvas circulares	0,4 v (= 40 m para v=100 km/h)
Longitud mínima de la curva circular	0,4 v (= 40 m para v=100 km/h)
<b>ALZADO</b>	
Máxima inclinación rasante	35 milésimas
Valor mínimo	5 milésimas 0 milésimas (estaciones)
Máxima aceleración admisible en acuerdos verticales	0,15 (normal) 0,30 (excepcional)
Longitud mínima con pendiente constante	0,4 v (= 40 m para v=100 km/h)
Parámetro mínimo en acuerdo vertical	2.000

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

El volumen de excavación calculado para la Primera Línea del Metro de Quito es el siguiente:

Excavación de estaciones =	1.457.025,00 m <sup>3</sup>
Excavación de túnel =	1.774.362,14 m <sup>3</sup>
Excavación de pozos =	80.640,00 m <sup>3</sup>
<b>Total =</b>	<b>3.312.027,14 m<sup>3</sup></b>

### 5.6.5. Construcción de las estaciones

Las estaciones se construirán por el sistema de Cut-and-Cover desde superficie. Esto exige disponer de espacio suficiente en la calle, pero a cambio se tiene una mayor seguridad durante la ejecución de las obras, y a igualdad de tamaño de estación, será más económica que la creación de una caverna subterránea. Además, el espacio resultante permitirá una más sencilla distribución arquitectónica de la estación y mayor espacio para la implantación de instalaciones.

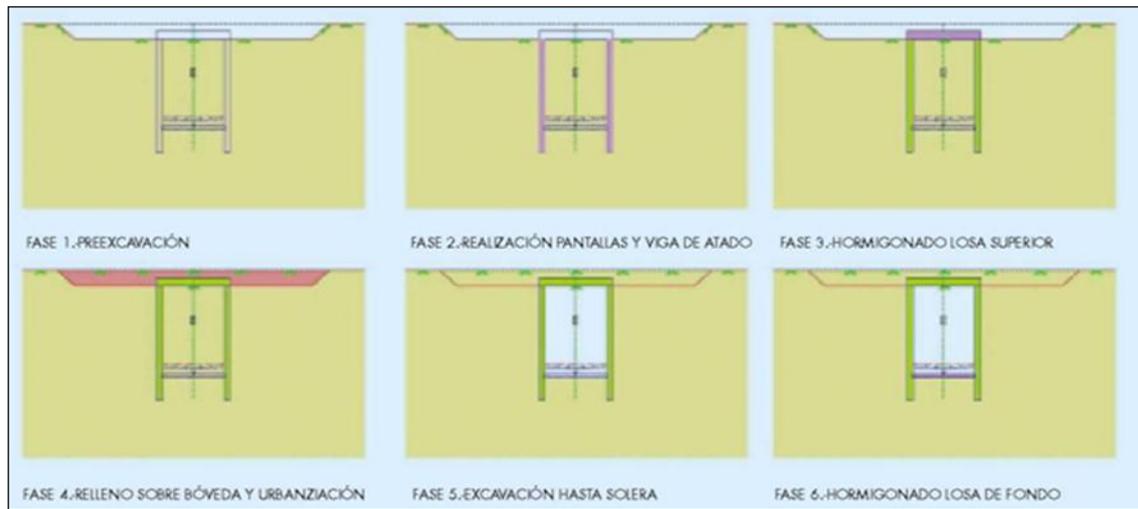
- Longitud mínima andenes: 115 m
- En planta se han ubicado en tramos en recta
- Alzado: en tramos con pendiente horizontal constante.

El sistema Cut and Cover es relativamente sencillo. El sistema admite múltiples variantes, en función de la tipología de la losa superior, el momento de reposición del uso preexistente en superficie, la necesidad de ejecutar losas o apuntalamientos intermedios, etc.

La ejecución consta de las siguientes fases tal y como se esquematiza en la Ilustración 49:

- Ejecución de muros laterales
- Excavación entre muros hasta cota de losa superior y ejecución de la misma
- Reposición de uso en superficie y excavación bajo losa
- Ejecución de contra bóveda

**Ilustración 19 Fases de ejecución del túnel por el método Cut and Cover**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**5.6.6. Construcción de muros pantallas**

Se trata de la ejecución convencional de pantallas, con las operaciones previas de muro guía para excavación de las pantallas, excavación con o sin fluido estabilizante (lodos o polímeros), colocación de armadura y hormigonado. Las pantallas suelen ser de 0,60 m a 1,20 m de espesor y las profundidades normalmente varían entre los 10 y 30 m.

**5.6.7. Excavación entre pantallas**

Se excava el terreno hasta el nivel de bóveda o losa superior, disponiendo codales provisionales en caso necesario. Dependiendo del espesor de rellenos a disponer, se dispondrá una losa plana o una bóveda propiamente dicha.

**5.6.8. Construcción de la bóveda y relleno**

La fase se inicia picando la pantalla para empotrar la bóveda o losa plana en ella. La bóveda puede construirse sobre el propio terreno (dando a la excavación la forma adecuada) o bien mediante un encofrado que se apoya en el terreno, lo que requiere que la excavación sea algo mayor.

Una vez construida la bóveda e impermeabilizada, se rellena sobre la misma, y se restituye la superficie a su estado original. Este relleno ejerce un acodamiento sobre las pantallas, similar a la de los codales, lo que permite seguir ejecutando la estructura.

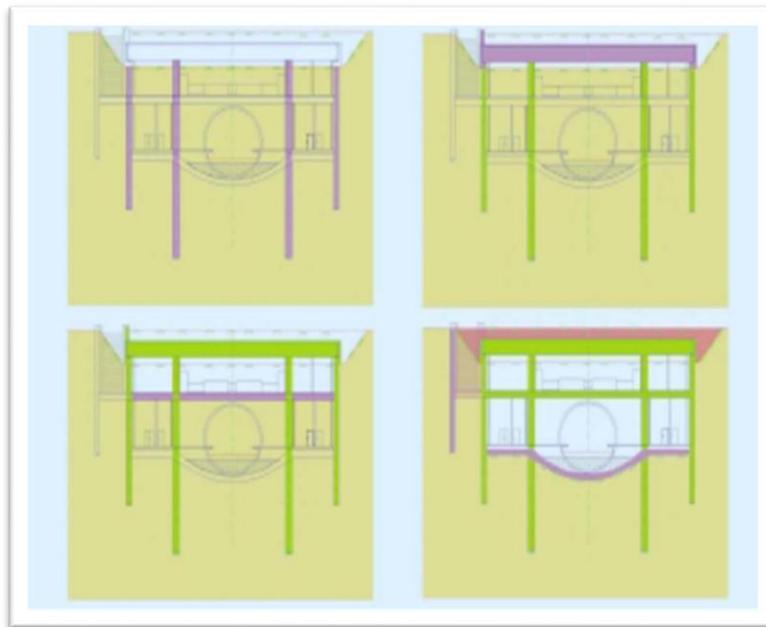
**5.6.9. Excavación bajo cubierta y realización de contrabóveda**

La excavación de la sección del túnel se realiza al amparo de la bóveda o losa, desde el propio túnel, lo que obliga a extraer las tierras mediante una rampa o pozo. Se excava hasta el nivel de contrabóveda y se ejecuta esta, empotrándola a las pantallas.

Aunque es poco habitual, en ocasiones (carga de agua importante) debe colocarse un nivel de arriostamiento entre la bóveda y contrabóveda, que dificulta las condiciones de trabajo y debe ser retirado una vez ejecutada la contrabóveda.

En el caso de las estaciones, el procedimiento constructivo es idéntico, aunque con alguna particularidad.

#### **Ilustración 20 Fases de ejecución de una estación mediante Cut And Cover**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

En las estaciones, para dar cabida a andenes y cuartos, es necesaria una luz mayor. Esto conlleva la necesidad de apoyos intermedios para las losas, generalmente en forma de pilas-pilote.

La losa superior puede ser hormigonada in situ o de vigas prefabricadas.

Es necesario crear un nivel intermedio (nivel de vestíbulo) en el que se sitúan los elementos de adquisición y cancelación de billetes. Esto implica la inserción de una losa intermedia entre losa superior y contrabóveda.

Esta losa intermedia puede hacerse apoyada en el terreno (conectándose a las pilas-pilote), con cimbra apoyada en la contrabóveda, o colgada de la losa superior (postensada).

Entre las principales actividades previas a la construcción de las estaciones se mencionan las siguientes:

#### **5.6.10. Remoción de vegetación**

Esta actividad tiene lugar en la mayoría de casos para la construcción de las estaciones subterráneas, ya que las mismas estarán ubicadas en una zona urbana donde existe vegetación.

#### **5.6.11. Retiro y reubicación de infraestructura de servicios públicos**

Para la construcción de las estaciones se requerirá la reubicación temporal de los sistemas públicos de energía, comunicaciones, aguas servidas y agua potable.

En adición, se debe remover la capa asfáltico-concreta existente en los sitios definidos. Este material será llevado a los sitios de disposición definidos.

Culminada la construcción de la estación se hará un relleno y se construirán carriles nuevos, de manera tal que quede habilitada nuevamente la vía.

#### **5.6.12. Remoción de edificaciones existentes**

No se prevé la remoción de edificaciones existentes, salvo aquellos que se definan en su momento.

#### **5.6.13. Excavación y relleno**

Cada estación subterránea conllevará la extracción, de un estimado de 231,32 m<sup>3</sup>de suelo y 269,33 m<sup>3</sup>de roca. Después de culminar la construcción de la estación subterránea se colocará una losa y se rellenará hasta la altura de la calle. El relleno requerido se estima en 81,68 m<sup>3</sup>. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición que se apruebe, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo.

Una vez se obtengan las dimensiones del diseño, se procederá a nivelar la superficie utilizando para ello maquinaria pesada. El suelo se compactará de acuerdo a lo establecido en los diseños y se rellenarán las áreas de los polígonos de construcción de las infraestructuras, hasta alcanzar igualmente los niveles establecidos en el diseño. El material de relleno podrá provenir de las obras del Metro o bien de empresas locales que surtan estos productos, las cuales deberán contar con los permisos correspondientes.

Durante la estación lluviosa se debe proteger la entrada de agua a las excavaciones de cielo abierto. La afectación por la entrada de agua por escurrimiento se transforma en un retraso en la obra y una alteración del suelo. Para evitarlo, se deben construir muretes alrededor del área de excavación y colocar cárcamos de bombeo para sacar el agua.

#### **5.6.14. Acarreo de materiales, equipos y escombros**

Para la construcción de cada estación se transportarán los materiales requeridos para la obra civil y su equipamiento. La obra civil requiere, entre otros, acero y concreto, tanto

para las paredes del cajón, como para la losa. También, se transportará material para la construcción de los accesos (escaleras y elevadores), y andén. Además, dentro del equipamiento están las escaleras eléctricas (cantidad varía según estación), los elevadores, accesos, baños y demás implementos.

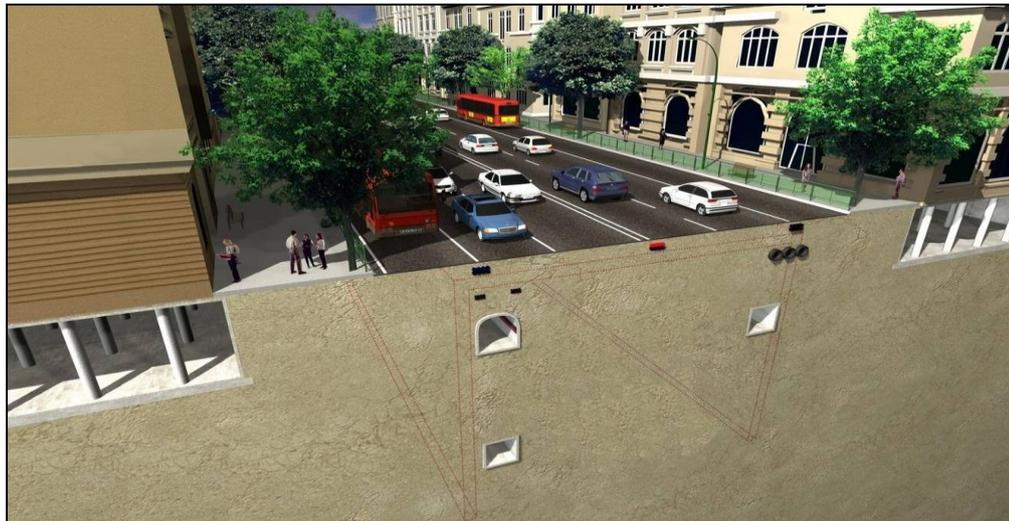
#### 5.6.15. Movilización del equipo pesado

La construcción de cada estación requerirá la movilización de excavadoras, camiones volquete, retro cavadoras, camiones de concreto, compactadoras y grúas. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado como grúas y equipo de perforación, en un horario en que cree el menor impacto posible. De igual manera, para el desalojo de tierras y la desmovilización de equipos y materiales, se llevará a cabo esta misma coordinación.

La fase constructiva consta de:

- a. Desvíos de servicios: consiste en desviar los servicios que puedan verse afectados por la construcción. Habrá servicios que será inevitable desviar, una vez que la estación no tiene más grados de libertad en su implantación. Algunos de los servicios (líneas eléctricas, agua, etc.) pueden ser protegidos y suspendidos de manera que queden bajo rasante pero sobre la losa de cubierta o, incluso embebidos en ella. En esta fase se pueden prever afectaciones localizadas al tráfico en superficie, veredas, algún carril, cortes de tráfico nocturnos, etc.

#### Ilustración 21 Desvío de servicios (I)



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

- b. Desvíos de tráfico, ocupación en superficie y construcción de pilotes y losa de cubierta en dos fases: hormigonada la losa de cubierta sobre el terreno y una vez realizada la impermeabilización de la misma se restituye la calzada y se procede a desviar el tráfico liberando la zona ocupada y cerrando al tráfico la otra mitad de la calle. Se procede, de igual forma, a ejecutar la pantalla de sostenimiento de tierras

y la semilosa de cubierta que se empalma con la mitad ya ejecutada utilizando conectores para dar continuidad a la armadura.

**Ilustración 22 Desvío de tráfico (I Y II)**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

- c. Excavación bajo losa: finalizada la segunda fase de la cubierta se podrá restituir al tráfico la vía pública salvo la ocupación de la rampa de ataque y algún hueco de apoyo y de la futura ventilación que se disponga y se comenzará la excavación de tierras bajo losa de cubierta.

Las tierras se extraerán a través de su correspondiente rampa de trabajo que irá bajando de cota acompañando a los niveles de excavación de la estación. Si la rampa es muy profunda puede ser necesario apuntalarla en cabeza o disponer, dónde el gálibo lo permita, una losa que limite las deformaciones de los pilotes.

**Ilustración 23 Excavación bajo losa (I)**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Se excavará hasta el nivel de vestíbulo y se dispondrán puntales, si se precisaran, y se hormigonará la losa de vestíbulo sobre el terreno. Si la estación se encuentra en el camino crítico del túnel de línea puede optarse por continuar la excavación hasta contrabóveda para, a continuación, una vez concluida ésta, montar una cimbra que, permitiendo el paso bajo ella los elementos de transporte de la tuneladora, se pueda encofrar y hormigonar la losa de vestíbulo a posteriori.

**Ilustración 24 Excavación bajo losa (II y III)**



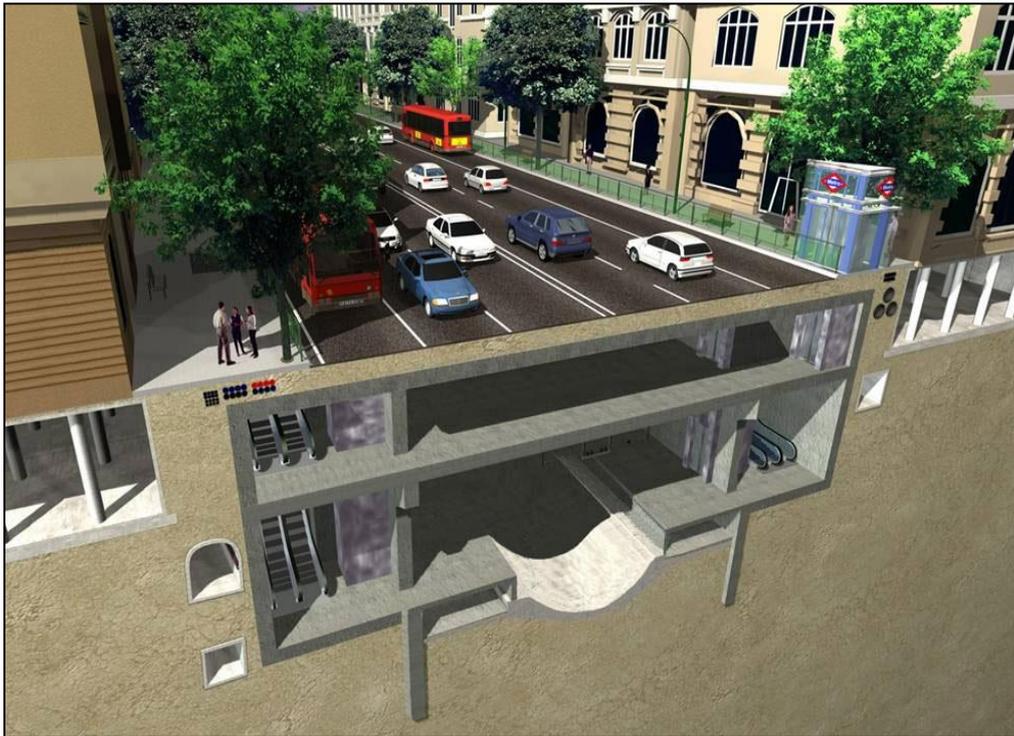
**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Por lo general, se debe haber hormigonado la losa de vestíbulo con un encofrado sobre el terreno y, una vez que el hormigón ha adquirido la suficiente resistencia, excavar bajo la misma hasta la cota de contrabóveda que se ferrallará y hormigonará para concluir

de este modo la fase excavación de la estación. La contrabóveda se dispone con forma semicircular para que pueda permitir, en la situación normal, el paso de la tuneladora.

- d. Andenes y acabados: una vez construida la contrabóveda con las esperas de los andenes se puede proceder a construir los muretes de apoyo y forjados, excepto el borde de andén que se realizará en una fase final.

**Ilustración 25 Andenes y acabados (I)**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

La tuneladora atravesará la estación sin interferir en los trabajos de acabados. Únicamente debe montarse una estructura metálica de reacción una vez que la máquina llegue arrastrada al extremo de la estación, para poder comenzar a excavar los primeros anillos. La estructura se desmonta una vez se han excavado unos pocos metros de túnel sobre los que la tuneladora puede transmitir el empuje para su avance.

Reforzado el túnel por esta estructura podrán realizarse trabajos en su entorno según las fases antes descritas hasta que, en la época que se estime más conveniente, proceder al corte de la línea durante un breve periodo de tiempo para proceder al desmontaje de la estructura metálica, construcción de la contrabóveda y montaje de vía

**Ilustración 26 Andenes y acabados (II)**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

#### **5.6.16. Construcción de patios y talleres**

El establecimiento de un sistema metropolitano de transporte, requiere de un lugar adecuado para las revisiones, reparaciones, estacionamiento y limpieza de los trenes. Este lugar, los patios, se dimensionan en función de la capacidad máxima de material móvil previsible en el funcionamiento, y su ubicación debe ser con preferencia en las cabeceras de línea.

### Ilustración 27 Patios y talleres



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 5.6.17. Ubicación patios y talleres

Una vez identificadas las necesidades de espacio (y forma) del patio, se realizó una búsqueda de parcelas, a ser posible de propiedad municipal, que ubicadas lo más próximas a las estaciones terminales de la línea, cubrieran los requerimientos establecidos.

**Ilustración 28 Ubicación para el patio de Quitumbe**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Se ubica entre las avenidas Cóndor Ñan, Rumichaca, vía Ecuatoriana y la Quebrada Ortega.

Este patio se comunica con la estación de Quitumbe a través de un túnel que pasa por debajo de la zona de estacionamiento de la Terminal Terrestre, para girar al este y salir a superficie una vez cruzada la Av. Rumichaca.

Un patio de Metro, tal y como se concibe hoy en día, es el lugar donde se procede a las revisiones, reparaciones, estacionamiento y limpieza de los trenes. Dentro de un patio convencional, se puede encontrar las siguientes zonas claramente delimitadas:

- Vial de acceso al patio
- Nave de estacionamiento
- Nave de mantenimiento
- Edificios de instalaciones y personal

La distribución de estas áreas o zonas, aunque con algunos condicionantes, se pueden distribuir adaptándose en mayor o menor medida a la configuración del terreno disponible. Por ejemplo, las áreas de lavado, soplado y dresinas, podrían plantearse como áreas separadas del cuerpo principal del patio.

El área o zona de mayor dimensión es la de estacionamiento, que se dimensiona en función de la máxima capacidad de material móvil necesario para la operación de la línea. A efectos de este proyecto se ha convenido en establecer una sola área de patios y talleres, compuesta por todas las áreas de trabajo enumeradas anteriormente en las inmediaciones de la estación terminal Quitumbe.

#### **5.6.18. Vial de acceso al patio**

El **vial de acceso**, es un paso para los vehículos privados y las personas que acceden al patio desde la vía pública, y que normalmente se dispone perimetral al patio.

#### **5.6.19. Nave de estacionamiento**

La **nave de estacionamiento** está destinada al depósito de los trenes, bajo techo, durante las horas del día en las que no existe circulación en la línea.

Al final de las vías de estacionamiento se colocan unas toperas de hormigón armado con un tope en su cara exterior, cuya función es la de reducir, en la medida de lo posible, la fuerza del impacto del tren en caso de choque por accidente.

Además se disponen unas plataformas metálicas, denominadas púlpitos, para posibilitar la subida y bajada de los conductores al tren. Dichos púlpitos se colocan en todas las entrevías, a la altura de la cabina de conducción, tanto en la cabeza como en la cola del tren.

Igualmente, en la nave de estacionamiento se destinan una o dos vías para el lavado manual de trenes, indistintamente de si el patio posee tren automático de lavado o no. En estas vías se procede al lavado de aquellas zonas del tren que deben ser lavadas con cierta periodicidad o que el túnel automático no es capaz de lavar. Para realizar esta tarea se dispone una pasarela por cada lado del tren, a lo largo de toda la vía para que el operario pueda acceder a cualquier parte del tren para su limpieza. Cuenta con una línea de agua potable, una línea de aire comprimido y una línea de energía, con tomas para cada unidad de tren.

**Fotografía 16 Interior de zona Talleres**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

La nave de estacionamiento está dotada de las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento: iluminación y fuerza, hidrantes interiores para la extinción de incendios, tomas de aire comprimido y de agua potable, etc.

#### **5.6.20. Nave de mantenimiento**

La **nave de mantenimiento** es en la que se realizan las operaciones de revisión y reparación de equipos y, por lo tanto, el mantenimiento de las unidades del Metro.

**Fotografía 17 Nave de Mantenimiento**

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Las vías de la zona de mantenimiento se disponen sobre pilares, ya que facilitan el acceso a los bajos del tren, a los operarios encargados del mantenimiento.

En casos especiales, se puede disponer una vía para Revisiones de Ciclo Largo (RCL). Dicha vía está dotada de 12 fosos, que albergan unos elevadores hidráulicos, cuya misión es levantar el tren completo para su revisión. En este caso, aquella zona de la vía que no disponga foso, se realizará estuchada.

Es normal dotar a todas las vías de mantenimiento de unas pasarelas metálicas, corridas a lo largo de toda la vía, para posibilitar el tránsito de los operarios a lo largo de todo el tren. Dichas pasarelas metálicas normalmente se hacen a la altura del techo del tren, aunque existen ocasiones que también se hacen a nivel de piso de la unidad, para poder acceder a todos los vagones. El motivo de realizar las pasarelas a nivel del techo del tren, es facilitar un acceso sencillo a los pantógrafos y aparatos de aire acondicionado del tren, para su revisión y reparación.

**Fotografía 18 Nave de Mantenimiento**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Igualmente se disponen dos mesas girabogies en dos vías consecutivas, cuya función principal es posibilitar el cambio de vía, de una manera perpendicular, de los bogies que componen una unidad.

Se facilita un acceso de camiones desde el vial del patio a la nave de mantenimiento, para efectuar las labores de carga y descarga de materiales.

Normalmente, adosado a la nave de mantenimiento, se suele construir un almacén, que sirve de stock para las piezas nuevas que se utilizan en la reparación de los trenes, y como depósito de las piezas usadas, hasta su transporte.

Asimismo, la zona de mantenimiento de trenes, se suele dotar de un puente grúa que abarque todas las vías cuya función es la de desmontaje y transporte de aquellas piezas que resultan demasiado pesadas.

**Fotografía 19 Nave de Mantenimiento**

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Esta nave se complementa con otras secundarias destinadas a tareas más específicas: nave de revisión de ciclo largo (con una vía que permite de un convoy entero sobre gatos hidráulicos para la revisión integral), nave de tornos (con una vía destinada al torneado de ruedas), nave de lavado (con un túnel de lavado automático), nave de soplado (con un foso de grandes dimensiones para limpieza de los bajos de los trenes), nave de dresinas y muelle de carga. Formalmente estas naves pueden encontrarse incorporadas a la nave de mantenimiento o en edificios independientes, en función de la disponibilidad de espacio.

La nave se dota de las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento: climatización del recinto, iluminación general de la nave y específica de los fosos y pasarelas, tomas de agua potable y aire comprimido, así como los medios mecánicos de elevación necesarios para transportar las piezas pesadas.

#### **5.6.21. Edificios de instalaciones y personal**

Además de las naves descritas con anterioridad se construyen los **edificios de instalaciones y personal** necesarios que completan la estructura de un patio convencional y posibilitan su buen funcionamiento. Son los únicos que no están destinados a material ferroviario, sino a albergar oficinas, despachos, vestuarios, instalaciones y cuartos técnicos.

Dichos edificios se clasifican en:

- Edificio de acceso y control: dicho edificio tiene como misión principal, la vigilancia del acceso de los vehículos y personal al patio. Además recoge toda la información proveniente del circuito cerrado de televisión.
- Edificio de aseos y vestuarios
- Edificio de oficinas y despachos
- Edificio de instalaciones: las instalaciones más frecuentes para el correcto funcionamiento de los patios son:
  - Sala de calderas: posibilitan la calefacción de la nave de mantenimiento y de la generación de agua caliente para vestuarios y aseos
  - Cuarto de comunicaciones
  - Cuartos eléctricos, que generan y transforman la energía suficiente para el abastecimiento de las necesidades del patio.
  - Sala de climatización: En este cuarto se colocan los climatizadores necesarios, para la correcta climatización de la nave de mantenimiento y despachos.
  - Cuarto de enclavamiento
  - Cuarto de compresores: aquí se instalan los aparatos de aire comprimido, que posibilitan el mantenimiento de los trenes
  - Cuarto de dispensación de grasas y aceites
  - Cuarto de baterías
  - Aljibe: depósito de agua, que garantiza el suministro de la misma, en caso de incendio.

Finalmente, y siempre que la configuración de la parcela lo permita, de la playa de vía se desvía un ramal independiente destinado a vía de pruebas, en la que los trenes alcanzan velocidades similares o superiores a las de servicio.

#### **5.7. Descripción del proceso constructivo y optimizaciones del proyecto**

A continuación se detallan las coordenadas de 2 estaciones; Ejido y La Alameda. En la ubicación de estas estaciones se ha realizado optimizaciones para preservar y evitar afectaciones a los árboles patrimoniales en los parques; es importante mencionar que estas optimizaciones se realizaran dentro del áreas consideradas como parte de la línea

base y el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la autoridad ambiental.

**Tabla 13 Coordenadas de estaciones del Metro de Quito (WGS84)**

Nombre	Ubicación	X	Y
LA ALAMEDA	Parque La Alameda (Av. Gran Colombia y Sodiro)	778127,01	9976233,78
EL EJIDO	Parque El Ejido (Av. 6 de Diciembre y Patria)	778531,41	9976862,97

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Tomando en consideración lo detallado en el presente documento, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, prevé realizar optimizaciones al Proyecto en los siguientes tramos:

- Tramo túnel Solanda – El Calzado
- Tramo túnel El Calzado - El Recreo
- Tramo túnel San Francisco - Alameda

Dichas optimizaciones (tramos) se encuentran dentro del área de influencia del proyecto y considera las características de la línea base ambiental aprobada por el Ministerio del Ambiente en el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, en el año 2013.

La Coordenadas de las optimizaciones son:

**Tabla 14 Coordenadas tramo túnel Solanda-El Calzado (WGS84)**

X	Y
774198,46	9970541,41
774209,15	9970558,31
774219,84	9970575,22
774230,52	9970592,12
774241,21	9970609,03
774251,90	9970625,94
774262,59	9970642,84
774273,27	9970659,75
774283,96	9970676,66
774294,53	9970693,64

X	Y
774304,77	9970710,82
774314,44	9970728,33
774323,29	9970746,26
774331,06	9970764,69
774337,59	9970783,59
774342,85	9970802,88
774346,81	9970822,49
774349,46	9970842,31
774350,78	9970862,26
774350,77	9970882,26
774349,55	9970902,22
774347,38	9970922,10
774344,53	9970941,90
774341,27	9970961,63
774337,85	9970981,34
774334,55	9971001,07
774331,63	9971020,85
774329,35	9971040,72
774327,97	9971060,68
774327,78	9971080,67
774328,90	9971100,64
774331,36	9971120,49
774335,13	9971140,12
774340,20	9971159,47
774346,55	9971178,43
774354,15	9971196,93
774362,95	9971214,89
774372,75	9971232,32
774383,30	9971249,31
774394,35	9971265,98
774405,68	9971282,47

Fuente: Estudio de optimización Metro de Quito, 2015

**Tabla 15 Coordenadas Tramo túnel El Calzado-El Recreo**

<b>X</b>	<b>Y</b>
774797,19	9971720,48
774816,67	9971725,00
774836,41	9971728,20
774856,32	9971730,09
774876,31	9971730,64
774896,29	9971729,86
774916,18	9971727,75
774935,88	9971724,32
774955,31	9971719,59
774974,38	9971713,57
774993,01	9971706,30
775011,11	9971697,80
775028,60	9971688,11
775045,42	9971677,29
775061,59	9971665,51
775077,21	9971653,03
775092,44	9971640,05
775107,43	9971626,81
775122,35	9971613,50
775137,36	9971600,28
775152,59	9971587,31
775168,16	9971574,75
775184,17	9971562,77
775200,72	9971551,54
775217,81	9971541,15
775235,39	9971531,62
775253,43	9971522,99
775271,88	9971515,27
775290,69	9971508,48
775309,82	9971502,64
775329,22	9971497,76
775348,83	9971493,86

X	Y
775368,62	9971490,94
775388,52	9971489,01
775408,50	9971488,09
775428,50	9971488,16
775448,47	9971489,23
775468,36	9971491,30
775488,13	9971494,36
775507,71	9971498,40
775527,07	9971503,42
775546,16	9971509,40
775564,92	9971516,32
775583,31	9971524,18
775601,29	9971532,94
775618,81	9971542,59
775635,82	9971553,11
775652,29	9971564,46
775668,16	9971576,62
775683,41	9971589,56
775698,00	9971603,25
775711,88	9971617,64
775725,02	9971632,72
775737,40	9971648,43
775748,97	9971664,74
775759,76	9971681,58
775769,88	9971698,83
775779,49	9971716,37
775788,77	9971734,09
775797,89	9971751,89
775806,99	9971769,71
775816,08	9971787,52
775825,18	9971805,33
775834,28	9971823,14
775843,38	9971840,96

X	Y
775852,48	9971858,77

Fuente: Estudio de optimización Metro de Quito, 2015

Tabla 16 Coordenadas Tramo Túnel San Francisco – Alameda

X	Y
777248,78	9975818,15
777268,19	9975813,29
777287,59	9975808,43
777306,99	9975803,57
777326,39	9975798,70
777345,79	9975793,84
777365,20	9975788,98
777384,60	9975784,12
777404,02	9975779,35
777423,53	9975774,93
777443,16	9975771,10
777462,94	9975768,15
777482,86	9975766,34
777502,85	9975765,85
777522,83	9975766,69
777542,71	9975768,86
777562,40	9975772,34
777581,82	9975777,13
777600,87	9975783,21
777619,48	9975790,54
777637,56	9975799,09
777655,02	9975808,83
777671,80	9975819,71
777687,82	9975831,69
777703,00	9975844,70
777717,29	9975858,70
777730,60	9975873,61
777742,92	9975889,37

X	Y
777754,33	9975905,80
777765,03	9975922,70
777775,23	9975939,90
777785,15	9975957,27
777795,03	9975974,66
777805,16	9975991,91
777815,83	9976008,83
777827,32	9976025,19
777839,84	9976040,78
777853,37	9976055,51
777867,86	9976069,30
777883,22	9976082,10
777899,41	9976093,84
777916,34	9976104,48
774198,46	9970541,41
774209,15	9970558,31
774219,84	9970575,22
774230,52	9970592,12
774241,21	9970609,03
774251,90	9970625,94
774262,59	9970642,84
774273,27	9970659,75
774283,96	9970676,66
774294,53	9970693,64
774304,77	9970710,82
774314,44	9970728,33
774323,29	9970746,26
774331,06	9970764,69
774337,59	9970783,59
774342,85	9970802,88
774346,81	9970822,49
774349,46	9970842,31
774350,78	9970862,26

X	Y
774350,77	9970882,26
774349,55	9970902,22
774347,38	9970922,10
774344,53	9970941,90
774341,27	9970961,63
774337,85	9970981,34
774334,55	9971001,07
774331,63	9971020,85
774329,35	9971040,72
774327,97	9971060,68
774327,78	9971080,67
774328,90	9971100,64
774331,36	9971120,49
774335,13	9971140,12
774340,20	9971159,47
774346,55	9971178,43
774354,15	9971196,93
774362,95	9971214,89
774372,75	9971232,32
774383,30	9971249,31
774394,35	9971265,98
774405,68	9971282,47
774797,19	9971720,48
774816,67	9971725,00
774836,41	9971728,20
774856,32	9971730,09
774876,31	9971730,64
774896,29	9971729,86
774916,18	9971727,75
774935,88	9971724,32
774955,31	9971719,59
774974,38	9971713,57
774993,01	9971706,30

X	Y
775011,11	9971697,80
775028,60	9971688,11
775045,42	9971677,29
775061,59	9971665,51
775077,21	9971653,03
775092,44	9971640,05
775107,43	9971626,81
775122,35	9971613,50
775137,36	9971600,28
775152,59	9971587,31
775168,16	9971574,75
775184,17	9971562,77
775200,72	9971551,54
775217,81	9971541,15
775235,39	9971531,62
775253,43	9971522,99
775271,88	9971515,27
775290,69	9971508,48
775309,82	9971502,64
775329,22	9971497,76
775348,83	9971493,86
775368,62	9971490,94
775388,52	9971489,01
775408,50	9971488,09
775428,50	9971488,16
775448,47	9971489,23
775468,36	9971491,30
775488,13	9971494,36
775507,71	9971498,40
775527,07	9971503,42
775546,16	9971509,40
775564,92	9971516,32
775583,31	9971524,18

X	Y
775601,29	9971532,94
775618,81	9971542,59
775635,82	9971553,11
775652,29	9971564,46
775668,16	9971576,62
775683,41	9971589,56
775698,00	9971603,25
775711,88	9971617,64
775725,02	9971632,72
775737,40	9971648,43
775748,97	9971664,74
775759,76	9971681,58
775769,88	9971698,83
775779,49	9971716,37
775788,77	9971734,09
775797,89	9971751,89
775806,99	9971769,71
775816,08	9971787,52
775825,18	9971805,33
775834,28	9971823,14
775843,38	9971840,96
775852,48	9971858,77
777248,78	9975818,15
777268,19	9975813,29
777287,59	9975808,43
777306,99	9975803,57
777326,39	9975798,70
777345,79	9975793,84
777365,20	9975788,98
777384,60	9975784,12
777404,02	9975779,35
777423,53	9975774,93
777443,16	9975771,10

X	Y
777462,94	9975768,15
777482,86	9975766,34
777502,85	9975765,85
777522,83	9975766,69
777542,71	9975768,86
777562,40	9975772,34
777581,82	9975777,13
777600,87	9975783,21
777619,48	9975790,54
777637,56	9975799,09
777655,02	9975808,83
777671,80	9975819,71
777687,82	9975831,69
777703,00	9975844,70
777717,29	9975858,70
777730,60	9975873,61
777742,92	9975889,37
777754,33	9975905,80
777765,03	9975922,70
777775,23	9975939,90
777785,15	9975957,27
777795,03	9975974,66
777805,16	9975991,91
777815,83	9976008,83
777827,32	9976025,19
777839,84	9976040,78
777853,37	9976055,51
777867,86	9976069,30
777883,22	9976082,10
777899,41	9976093,84
777916,34	9976104,48

Fuente: Estudio de optimización Metro de Quito, 2015

### **5.7.1. Implantación de la obra tomando en consideración las optimizaciones**

El aspecto determinante en la ejecución de la obra son los pozos de entrada de las tuneladoras, para ello se dispone de dos estaciones y el fondo de saco.

La estación el Labrador y su fondo de saco, será utilizada para la entrada de la primera tuneladora-EPB1.

La estación Solanda, será utilizada para la entrada de la segunda tuneladora-EPB2; esta última se desplazará en sentido sur hacia la estación Moran Valverde y la estación Quitumbe (Foso de extracción 1- salida EPB2) en primera Fase; a continuación se desmontará y volverá a entrar por la estación Solanda en sentido sur-norte hasta la estación San Francisco (Foso de extracción 2 salida EPB2).

Como zona de instalaciones principal, se ha definido un área en el Parque La Carolina; además se dispondrá de otras 3 áreas secundarias de instalaciones, una en la estación El Labrador, otra en la estación Solanda y la tercera en la estación Quitumbe.

La gran longitud de la obra, obliga a la implantación de instalaciones temporales, a medida que se ejecutan fosos y estaciones que irán desplazándose según avancen en el tiempo.

Los parques de dovelas se colocarán en las inmediaciones de la estación Quitumbe y la estación del Labrador respectivamente.

Se dispondrá de 5 plantas propias de fabricación de hormigón para garantizar el suministro continuo de este material a lo largo de la obra.

### **5.7.2. Descripción del proceso constructivo con las optimizaciones**

Las características principales del túnel según su procedimiento constructivo son:

- Vía a cielo abierto 122,92 metros.
- Túnel Cut and Cover 1.091,69 metros.
- Túnel con Método de Excavación Secundaria (SEM) 2.097,79 metros.
- Túnel con tuneladora de 8,43 metros de diámetro interior 16.077,26 metros.

La primera actividad a ejecutar, junto con el replanteo general de la obra, será la construcción de los dos parques de dovelas que surtirán las 2 tuneladoras junto con todas las instalaciones.

Posteriormente a la movilización, instalación y estará de las 2 tuneladoras EPB1 y EPB2, se inicia la construcción de los 2 tramos en condición de simultaneidad parcial entre los mismos.

Como es lógico, hay muchas actuaciones que deben estar acabadas antes que llegue la tuneladora.

Las principales están representadas por la secuencia de actividades requeridas, para permitir la construcción de la loza de la contraboveda de las estaciones, reposiciones de servicios, tratamientos de terreno, etc. así mismo en cada tramo se construyen los diferentes pozos de bombeo, ventilación y salidas de emergencia cuyas conexiones con el túnel de línea se realizan tras haber pasado el tuneladora, al igual arquitectura e instalaciones de las diferentes estaciones.

Muchas de estas actuaciones se realizan por fases con el fin de mantener el tráfico.

El primer tramo va desde el fondo de saco final de la obra, hasta la estación de San Francisco.

Previamente al paso de la tuneladora, se habrá ejecutado la obra civil de las estaciones de:

- Estación Jipijapa
- Estación Iñaquito
- Estación La Carolina
- Estación La Pradera
- Estación Universidad Central
- Estación El Ejido
- Estación Alameda

Por otro lado se ejecuta con la debida antelación el pozo 3 de extracción de la tuneladora 1; pues este pozo a su vez es el inicio del tramo de túnel a excavar por el Método (SEM).

Al acabarlo al nivel de contraboveda, se inician los trabajos de excavación del túnel con métodos convencionales. Las actividades previstas en la metodología ejecutiva que se realizan en una secuencia óptima y con el necesario desfase de ejecución son: excavación y sostenimiento avance, excavación y sostenimiento destroza y contrabóveda, impermeabilización y revestimiento, se da inicio a los trabajos de construcción de la estación San Francisco y el acceso 2 de Santa Clara, solapándose parte de su ejecución con la propia estación.

Así mismo se ejecutan las galerías paralelas con métodos convencionales.

El segundo tramo transcurre entre la estación Solanda y el pozo de extracción 2 TBM2; al mismo tiempo que se empieza con la construcción de los parques de dovelas, se inicia con los trabajos de construcción de la estación Solanda, lugar en el que se montará la tuneladora 2.

El túnel se ejecuta íntegramente con tuneladora, e incluye como principales actuaciones la construcción de la obra civil de las estaciones Solanda, el calzado, el recreo y la Magdalena, de esta última cuya obra civil ya está construida.

El tercer tramo va desde la estación Solanda, al inicio del trazado; en este tramo se ejecuta con tuneladora, el túnel de línea entre la estación Solanda y el pozo de

extracción 1 TBM 2 en sentido decreciente de PKS, como obras circulares, se incluyen la estación de Moran Valverde, a la que precede un tramo de túnel entre pantallas a ejecutar antes para el paso de la tuneladora que se extrae en el pozo 1.

Los trabajos del tramo concluyen con la construcción de la estación de Quitumbe, y el tramo inicial anterior a esta que se construye entre pantallas y un pequeño tramo inicial que se construye a cielo abierto.

### **5.7.3. Procedimiento de ejecución cruce del Río Machángara**

En el PK 16+250, el trazado de la Línea del Metro, discurre subterráneo, bajo la Quebrada del río Machángara.

Las condiciones del terreno, obligan a la ejecución de un tratamiento previo consistente en inyecciones Jet Growting y a un relleno con hormigón en masa de la zona del cauce del Río afectado.

El Río quedará canalizado a través de tres marcos de hormigón de 20 metros de longitud cada uno.

Previo a los tratamientos del terreno, es necesario desviar la calle San Luis hacia su zona occidental para el proceso de Jet Growting, restituyendo su trazado posteriormente

La fabricación de los cajones comienza con la excavación y el relleno del cauce necesario para la construcción de la pantalla longitudinal; una vez realizada esta, se excava hasta la cota necesaria para la cama de hormigón que reforzará el terreno bajo el que pasará el futuro túnel.

Sobre esta capa se construye el cajón oriental, se rellena el trasdos de este y se protegen las banquetas con muro de escollera; se retiran las ataguías previamente construidas, encausando el Río por el nuevo cajón; se ejecutan nuevas ataguías, que desviarán el agua de la mitad occidental, para repetir así todo el proceso en el resto del cauce; en este caso, construyendo un caso bicelular que completará la obra de paso.

Una vez restaurado el curso natural del Río a través de los tres marcos, se puede demoler la parte de pantalla sobrante, ejecutar la loza superior, el relleno de tierras y la protección de estas de la acción del agua con muro de escollera.

### **5.7.4. Procedimiento de ejecución Quebrada Ortega Pumapungo y Rumichaca Pumapungo**

En los PK 10+680 y 10+820, es necesario encausar el paso del agua de las Quebradas Ortega Pumapungo y Rumichaca Pumapungo.

Mediante el uso de cajones de hormigón, sobre los que discurrirá la Vía del Metro; esto hace necesario sustituir la obra de paso existente, bajo la Avenida Rumichaca por un

marco de hormigón de mayores dimensiones, todo ello manteniendo la circulación de vehículos mediante los correspondientes desvíos.

La actuación sobre la quebrada Ortega Pumapungo, se inicia con la excavación del terreno; a continuación el cajón se ejecuta en tres fases, loza inferior, paramentos verticales y loza superior, finalizando con la impermeabilización adecuada y el relleno hasta la cota correcta.

Con el fin de mantener el tráfico de la Avenida Rumichaca durante la construcción de la obra de drenaje, se plantea su desvío en dos fases; en la primera se ejecuta en nuevo marco bajo los dos carriles occidentales, lo que implica restringir la circulación a los carriles restantes.

La segunda fase discurrirá bajo los carriles orientales, para lo que se configura la doble circulación por los carriles occidentales restituidos tras la finalización de la loza.

Esta obra se iniciará con la ejecución de las pantallas en la zona occidental liberada de tráfico; finalizadas estas, se construyó la loza superior y se realizará el desvío del colector existente que discurría según el eje de la Avenida Rumichaca.

Se finalizará esta fase con la restitución del tráfico y el desvío hacia los carriles occidentales, se ejecutó la pantalla de contención de la Avenida y el resto de pantallas del cajón.

Una vez demolido el colector desviado en la Fase 1, se ejecutó la loza superior como cierre de cajón, lo que posibilitó la restitución completa del tráfico.

La excavación del interior del cajón se hace bajo loza ejecutando estampidores y lozas a medida que se llega a la cota correspondiente.

El drenaje se completa con la excavación del terreno en ambos extremos del cajón y la realización de los marcos siguiendo el mismo método empleado al principio de la obra.

La obra se concluye con la construcción a cielo abierto del tramo de la Primera Línea del Metro de Quito que descansa sobre ambos cajones conservando el discurrir natural de los Ríos.

## **5.8. Manejo de materiales de excavación**

### **5.8.1. Manejo de materiales**

De acuerdo a los frentes de trabajo y a los volúmenes de tierra calculados para cada tramo y estación, se ha establecido la siguiente estrategia de movilización de las tierras, que se direccionarán hacia las escombreras destinadas, bajo los siguientes criterios:

**Tabla 17 Disposición de acuerdo a la estación**

ESTACIÓN	DISPOSICIÓN
El Labrador (estación)	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
El Labrador (tuneladora)	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
Jipijapa	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
Iñaquito	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
La Carolina	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
La Pradera	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
Universidad Central	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
El Ejido	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
La Alameda	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Norte (Parque Bicentenario)
San Francisco	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)

ESTACIÓN	DISPOSICIÓN
La Magdalena	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)
El Recreo	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)
El Calzado	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)
Solanda	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)
Moran Valverde	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)
Quitumbe	Los materiales de desalojo se dispondrán en la Zona Centro Sur (Troje 4)

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

## 5.8.2. Funcionamiento de la Tuneladora TBM-EPB

### 5.8.2.1. Espumas y aditivos en tuneladoras

Cuando se emplean tuneladoras de presión de tierras (TBM-EPB), es necesario el empleo de aditivos en el frente de ataque para mejorar los rendimientos y realizar un pre tratamiento del terreno que facilite el avance de la máquina.

Por ello, las TBM-EPB disponen de un sistema generador de espumas en su cabeza de avance, en el cual se pueden mezclar distintos aditivos, lo que permite usar además de agentes espumantes, otros productos como desestructurantes de terreno, polímeros, inhibidores de hidratación de yesos, etc., dependiendo del terreno hallado en cada momento.

A modo de ejemplo, a continuación se describen las principales características de algunos de los aditivos empleados habitualmente en TBM-EPB:

- Agentes espumantes: reducen la pegajosidad del terreno excavado y evitan el bloqueo de la cabeza de corte y las paradas para su mantenimiento. Al mismo tiempo, el tratamiento con espumas facilita el desescombro del material a través del tornillo sin-fin, incrementando los rendimientos de avance.

Agentes desestructurantes: son agentes líquidos basados en una solución de ácidos policarboxílicos especialmente diseñados como agentes desestructurantes de terrenos arcillosos. Se emplean para evitar atascos en la cabeza de corte en el tornillo sin-fin, lo que obligaría operar manualmente dentro de la cámara de amasado

- Polímeros: se trata de polímeros diseñados para cuando la cantidad de agua en el frente aumenta y los espumantes no pueden proporcionar suficiente estabilización en el frente.

**Fotografía 20 Sistema generador de espuma y caudalímetro de los distintos aditivos de la TBM-EPB empleada en la construcción de la prolongación de la línea 1 del metro de Madrid**



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

En referencia a la biodegradabilidad y posible impacto ambiental de los productos químicos utilizados para el tratamiento de terreno en máquinas tuneladoras tipo TBM-EPB, se dispone de las conclusiones de los ensayos de riesgo de la gama de productos MEYCO® SLF, de la compañía BASF, que son los de mayor difusión a nivel mundial y que han sido empleados en las últimas obras de ampliación de los Metros de Madrid y Barcelona, además de en otras obras singulares ejecutadas en España.

Estas conclusiones permiten afirmar que:

- No hay riesgos esperados para los trabajadores en el túnel debido al uso de productos MEYCO® SLF, suponiendo en el peor de los casos una concentración en el aire 1000 veces inferior al nivel límite máximo permitido, durante una posible exposición en el trabajo.

- No hay riesgos esperados para las aguas superficiales por emisiones procedentes de las bombas de agua de la tuneladora o por fugas de agua de la misma, con tal de que esta sea drenada en el sistema de alcantarillado municipal para su posterior tratamiento.
- La infiltración potencial de ingredientes en las aguas subterráneas durante el proceso de aplicación no debería causar un riesgo relevante para la salud humana o el medioambiente (vegetación u organismos acuáticos), siempre que se respeten las dosificaciones recomendadas.

#### **5.8.2.2. Empleo de cal viva**

Respecto del empleo de cal viva (Óxido de calcio – CaO), se emplea en las obras únicamente como desecador de los productos procedentes de la excavación, con el objeto de disminuir la humedad de las tierras excavadas antes de su transporte a su lugar de deposición final (escombreras), y evitar así posibles chorreos y vertidos en los viales por los que deben discurrir los vehículos de transporte, además de reducir el peso del material a transportar al reducir el contenido de agua en el material.

La cal viva se combina químicamente con el agua contenida en los suelos generando una reacción exotérmica. El calor generado por esta reacción contribuye a secar los suelos mojados, incluso si los suelos no contienen fracciones arcillosas significativas. Cuando las arcillas están presentes, la reacción química de la cal con las arcillas, seca aún más los suelos. El efecto neto es que el secado ocurre rápidamente, dentro de un lapso de horas, permitiendo compactar el suelo mucho más rápidamente que si se esperara que el suelo se secase por la evaporación natural. Los porcentajes de cal viva empleados habitualmente para estos fines son del orden del 1 al 4%, en función del contenido de humedad de los suelos.

Los trabajadores que manipulan la cal viva deben ser entrenados y utilizar el equipo protector apropiado. El terreno tratado con cal viva puede ser depositado en la escombrera sin ningún problema adicional desde el punto de vista ambiental.

#### **5.9. Fase de operación y mantenimiento**

Las actividades correspondientes a la fase de operación y mantenimiento dependerán del material móvil y equipos auxiliares finalmente elegidos, que solo serán conocidos en detalle tras la adjudicación del contrato, ya que cada uno de los licitadores presentarán en su oferta los modelos y marcas comerciales con los que concurren a la adjudicación.

Por ello, en el momento actual, únicamente se puede realizar una descripción general de las tareas correspondientes a esta fase de operación y mantenimiento, quedando para fases posteriores el establecimiento de las tareas concretas en detalle.

Sin menoscabo de lo anterior, tras la construcción de la infraestructura, se iniciará la fase de operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Quito, que a su vez puede dividirse en tres subfases:

- Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio
- Operación ordinaria
- Mantenimiento de equipos e instalaciones

#### **5.9.1. Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio**

Durante esta fase el objetivo es garantizar que el material rodante y los equipos auxiliares cumplen con los parámetros de diseño y que su funcionamiento es correcto y se ajusta a las previsiones efectuadas en el Proyecto y en los Pliegos del Contrato. Se tiene conocimiento que la vida útil de los trenes será de 35 años aproximadamente, dependiendo del fabricante y de las condiciones de mantenimiento preventivo y correctivo que se les dé a los mismos.

Las labores de inspección y prueba se llevaran a cabo tanto en fábrica, con carácter previo a la expedición del material, como tras su recepción. Serán realizadas por los Inspectores que a tal efecto designe Metro de Quito. Las actividades a desarrollar se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Inspección y pruebas en fábrica
- Inspección y pruebas “in situ”
- Puesta en servicio

A continuación se describe de forma general las tareas correspondientes:

##### **a) Inspección y pruebas en fábrica**

Se comprobará que todo el material rodante y los equipos auxiliares cumplen con lo establecido para cada elemento concreto en las especificaciones incluidas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas correspondientes.

Para realizar las inspecciones se confeccionarán las correspondientes planillas o impresos normalizados, que tras su aprobación por parte de los Inspectores designados por Metro de Quito, se irán implementando por éstos conforme las pruebas se lleven a cabo. Sólo se considerarán como aceptadas aquellas pruebas que hayan sido específicamente aprobadas por escrito por el Inspector correspondiente.

Las pruebas en fábrica se realizarán tanto durante el proceso de fabricación de los equipos, como tras su finalización, es decir, con el equipo terminado y con carácter previo a la expedición. En la medida de lo posible, se recurrirá a procedimientos de prueba normalizados. El fabricante notificará por escrito a Metro de Quito con una antelación superior a los tres meses el lugar y fecha de realización de cada prueba. Junto con esta notificación, se presentará un Informe en el que se describa el procedimiento de ejecución y el instrumental necesario para la realización de la prueba, que deberá ser aprobado por el Inspector designado por Metro de Quito.

Las pruebas a realizar serán de dos tipos:

- Pruebas de diseño: se realizarán una única vez para cada clase de equipo, y servirán para constatar que el equipo cumple con las especificaciones de diseño que le son aplicables
- Pruebas de fabricación: se realizarán sobre un lote de fabricación de un equipo concreto, y servirán para comprobar que no existen errores de fabricación. En algunos casos las pruebas se extenderán a la totalidad de la producción y en otros se realizarán sobre la muestra que se determine por parte de los Inspectores designados al efecto.

Además de las anteriores, cada fabricante deberá realizar sus propios ensayos o pruebas que garanticen la calidad de sus productos y la trazabilidad de los materiales con que fueron construidos. Los fabricantes entregarán a Metro de Quito toda la documentación correspondiente a los ensayos y pruebas realizados, en particular los registros informáticos, videográficos o electrónicos de las simulaciones efectuadas, en su caso.

#### **b) Inspección y pruebas “in situ”**

Una vez recibidos los equipos, los Inspectores designados por Metro de Quito los inventariarán, y procederán a una comprobación visual para detectar cualquier posible daño físico o la falta de alguna unidad.

Tras el montaje, instalación y conexión de los equipos, se procederá a la realización de las pruebas “in situ”. Las pruebas serán efectuadas ante los Inspectores, y consistirán en la verificación del correcto funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas, de acuerdo con las condiciones establecidas en los correspondientes Pliegos de Prescripciones Técnicas.

La fecha y hora de realización de las pruebas deberá ser notificada a Metro de Quito con una antelación superior al mes. Junto con esta notificación, se presentará un Informe en el que se describa el procedimiento de ejecución y el instrumental necesario para la realización de la prueba, que deberá ser aprobado por el Inspector designado por Metro de Quito.

Si tras la realización de la prueba, se considera que el resultado no ha sido satisfactorio, se establecerán las correspondientes acciones correctivas y se establecerá el calendario para la repetición de la prueba.

#### **c) Puesta en Servicio**

Tras la instalación y prueba “in situ” de los equipos, se establecerá un periodo de tiempo para la puesta en servicio de los mismos, durante el cual se ajustará el funcionamiento de todos los equipos y sistemas involucrados a la mecánica operativa prevista, a plena satisfacción de los Inspectores designados por Metro de Quito.

Durante este periodo, así mismo, se establecerá una fase de Operación no Comercial, en la que se procederá a la verificación y ajuste final de los equipos y a la capacitación del personal de operación y mantenimiento, con carácter previo a la puesta en servicio al público general.

### **5.9.2. Operación ordinaria**

Tras la fase de Operación no Comercial se iniciará la fase de Operación Ordinaria o Comercial de la Primera Línea de Metro de Quito.

Las operaciones a realizar durante esta fase se pueden agrupar en los siguientes epígrafes:

- Expedición y recarga de boletos
- Control de accesos
- Control de operaciones
- Actividades administrativas

A continuación se describen someramente estas operaciones:

#### **a) Expedición y recarga de boletos**

En los vestíbulos de las estaciones se dispondrá de máquinas auto expendedoras de boletos, en áreas accesibles al público previas al control de accesos. En cada estación se instalarán, al menos, dos máquinas auto expendedoras, aunque el diseño de las estaciones se realizará de manera que se tenga en consideración el espacio necesario para poder disponer las máquinas necesarias para cubrir la demanda prevista en el año horizonte de la Primera Línea de Metro de Quito.

Estas máquinas contactaran con lectores de tarjetas acordes con las dimensiones y características de las seleccionadas por Metro de Quito como Títulos de Viaje y, además de la expedición de tarjetas o boletos propiamente dicha, permitirán realizar la recarga, la consulta de los viajes restantes o el valor almacenado en las tarjetas expedidas previamente.

Para ello, las maquinas dispondrán de una interfaz de comunicación tipo pantalla táctil, que permitirá informar al viajero de los títulos disponibles, las tarifas vigentes, del valor depositado y del restante para la expedición del título seleccionado, de las posibilidades de pago (efectivo o con tarjeta de crédito o débito), así como de cualquier otra información que se considere apropiada para facilitar el ingreso y estadía del viajero en el sistema.

Cada máquina, de forma autónoma, constituirá un sistema de admisión y registro de valores (dinero en efectivo), por lo que incorporará un módulo de tratamiento de valores diseñado para efectuar la recolección de monedas y billetes de curso legal, así como la devolución, en su caso, del cambio respecto del precio del título de viaje seleccionado.

A tal efecto, cada máquina contará una caja de recepción y guarda de valores, de diseño seguro y robusto con un dispositivo de cierre de alta seguridad que únicamente permita su acceso al personal autorizado por Metro de Quito. Cada caja dispondrá de un dispositivo electrónico de identificación que indique su estado de llenado y en caso de que sea removida sin autorización, informe vía telemática al concentrador de equipos de cada estación, al que se transmitirán la totalidad de los datos en ella almacenados.

Además de las máquinas automáticas de expedición de boletos, en cada estación se dispondrá de una taquilla en la que se podrá adquirir los boletos a uno o varios operadores de venta. Estos operadores podrán, además de expender, recargar, verificar, devolver y desbloquear boletos. En esta taquilla, además de las máquinas expendedoras de operación manual, se contará con el dispositivo informático controlador de la estación que permita visualizar y controlar todos los equipos de la estación, así como un concentrador para la administración y transmisión de datos al Centro de Control y Gestión de Pasajes.

#### **b) Control de accesos**

El control de acceso a los andenes se realizará mediante puertas automatizadas con mampara deslizante o tornos giratorios, que dispondrán de dos módulos de lectura de tarjetas, uno con contacto y otro sin contacto.

Tras la lectura de la información contenida en la tarjeta o título de viaje y su validación, se abrirán las puertas de entrada, permitiendo el acceso del viajero a la zona restringida. El dispositivo incorporará una célula fotoeléctrica que impida el cierre de las mamparas o tornos hasta que el viajero no haya atravesado completamente la puerta de acceso.

#### **c) Control de operaciones**

En un edificio a determinar con posterioridad, previsiblemente localizado en la zona de patios, se ubicará un Centro de Control de Operaciones Ferroviarias, cuya función será controlar la operación de los trenes, la supervisión y control de la seguridad en las estaciones, el mando del sistema de suministro de energía, así como también la supervisión de los sistemas auxiliares como escaleras mecánicas, ascensores, puertas de entrada, etc.

En este Centro de Control de Operaciones Ferroviarias se ubicará también la central de comunicaciones que permitirá la comunicación entre trenes, plataformas, el personal en las estaciones y el personal de mantenimiento. El sistema contará también con líneas directas para comunicarse con otros servicios públicos como bomberos, servicios hospitalarios, policía, etc.

Las función básica del Centro de Control de Operaciones Ferroviarias será la de dirigir los trenes desde los patios hasta la líneas, una vez que los convoyes hayan sido habilitados. Cuando el convoy se haya dirigido a la línea principal, el sistema de control será capaz de controlar de manera automática las maniobras en los enclavamientos de las estaciones (enclavamientos locales) a efectos de establecer las rutas a seguir por

los trenes en las estaciones terminales y mantenerlos en continua circulación sin necesidad de la intervención del operador.

Por otro lado, se establecerá un Centro de Control y Gestión de Pasajes, cuya función es la de centralizar toda la información relativa a la expedición de boletería y sistemas de cobro. En este Centro, conformado por un sistema computarizado, se recolectará la información procedente de los concentradores ubicados en las estaciones, y permitirá, a la inversa, la actualización de los terminales ubicados en las estaciones a través de los respectivos concentradores.

#### **d) Actividades Administrativas**

Las actividades administrativas, como la dirección de la empresa operadora, la administración propiamente dicha, la planificación, la gerencia de la operación, la gerencia del mantenimiento, la capacitación del personal, etc., se realizarán en unas instalaciones a ubicar en un edificio a determinar por Metro de Quito.

En este edificio se llevarán a cabo procesos como la gestión administrativa de la empresa operadora, el control de compras y adquisiciones, la selección y capacitación del personal, el seguimiento y supervisión de los trabajos de mantenimiento, etc.

#### **5.9.3. Mantenimiento de equipos e instalaciones**

El mantenimiento del material rodante se extiende a la limpieza interior y exterior de los trenes, a las inspecciones periódicas del material rodante así como a las operaciones de mantenimiento mayor y reparaciones. Estas operaciones se realizarán en los talleres localizados en la zona de patios

Para la limpieza exterior de los coches se tiene previsto el empleo de una máquina automatizada, apoyada por un lavado manual de los espacios de difícil acceso. Se realizará con una periodicidad semanal.

La limpieza interior se efectuará de forma manual por brigadas especializadas. Se realizara con periodicidad diaria, aunque con carácter semanal se efectuar una limpieza de mayor alcance.

Para realizar el mantenimiento mecánico de los trenes se dispondrá de dos talleres diferenciados, en función de la importancia y duración de las operaciones a realizar.

Así, para las operaciones ordinarias, se dispondrá de un taller de ciclo corto o mantenimiento ligero, en el que se realizarán las revisiones rutinarias (semanales o cada un determinado número de kilómetros) y el mantenimiento correctivo. Estas operaciones no duraran más de un día.

Para operaciones de mayor envergadura (aquellas cuya duración supera el día de trabajo), se dispondrá de un taller de ciclo largo o mantenimiento pesado. Aquí se

realizarán trabajos profundos no programados, pintura de los coches, reparaciones importantes, perfilado de ruedas de vagones, etc.

Además de los anteriores talleres destinados al mantenimiento y reparación del material rodante, se dispondrá de otros talleres auxiliares en los que llevar a cabo la preparación y mantenimiento de equipos del sistema de señalización, del sistema de telecomunicación, del equipo de suministro de energía, de los equipos de expendeduría y cobro de boletos, así como de los demás equipos del sistema del Metro de Quito.

También se dispondrá de un taller de vías y catenaria, que contendrá los equipos y herramientas necesarias para el mantenimiento y reparación de estos subsistemas.

Junto a estos talleres se dispondrá de áreas de depósito destinadas al almacenaje y acopio de piezas de repuesto para el material rodante, piezas y equipos de la vía férrea y catenaria y piezas de repuesto para el resto de equipos auxiliares.

Finalmente, se establecerán otras áreas, debidamente acondicionadas, para realizar el depósito y almacenaje de materiales inflamables y lubricantes.

Por lo que respecta a las instalaciones, se dispondrá de brigadas de personal que llevaran a cabo los mantenimientos menores de los edificios. Estos incluyen actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones, la vía y los patios, entre las que pueden destacarse la limpieza y mantenimiento de las estaciones, la pintura de edificios y la limpieza y mantenimiento de los túneles de línea y viaductos.

La infraestructura de las áreas de mantenimiento y talleres contarán con tres sistemas de canalización: una de aguas lluvias que será evacuado directamente a la alcantarilla, otra que recogerá los efluentes generados en las actividades de mantenimiento (aguas aceitosas, derrames, aguas con solventes) la que será almacenada en una cisterna en donde se realizará tratamiento previo descarga conforme límites permisibles, o dispuesta a través de un gestor de residuos peligrosos debidamente acreditado ante la autoridad ambiental. Finalmente, las aguas grises y negras generadas en los edificios serán evacuadas a través del alcantarillado municipal.

#### **5.10. Fase de cierre y rehabilitación**

El proyecto tiene una vida útil estimada de 150 años y se convertirá en el principal sistema de transporte metropolitano, por lo cual no se contempla una fase de abandono. Sin embargo, en las áreas auxiliares se considerará como etapa de cierre el momento en el cual estas dejen de ser utilizadas, para lo cual se dismantelarán las estructuras existentes en las áreas de pre-fabricado (viaductos y dovelas) las cuales serán trasladadas hacia otros sitios en otros proyectos, por sus propietarios; mientras que las áreas de depósito de material serán reacondicionadas y utilizadas por sus propietarios para otros proyectos.

Se establecen para ello dos actividades fundamentales: el retiro de equipos, maquinaria, campamentos e instalaciones provisionales y la Infraestructuras temporales pos construcción.

## **6. Actualización del Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se define como el *“Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto<sup>2</sup>.”*

El Estudio de Actualización del Plan de Manejo Ambiental ha sido elaborado en base a las actividades que actualmente se están desarrollando como parte del proyecto de construcción del Metro de Quito, sus optimizaciones y provee procedimientos descriptivos con enfoques que permitan su ejecución dentro de los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.

El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) describe los procedimientos y directrices a implementarse para limitar el impacto de las actividades que potencialmente afectarían al ambiente y al medio social. Al implementar estos procedimientos y directrices establecidos los impactos ambientales negativos que podrían presentarse durante las diferentes etapas del proyecto, serán reducidos y/o mitigados.

Los planes de manejo ambiental que se presentan a continuación se encuentran diferenciados para cada una de las fases del proyecto, las mismas que son: construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono.

Forman parte del Plan de Manejo Ambiental las especificaciones técnicas de Responsabilidad Social para Contratistas y Subcontratistas que se encuentran descritas en el Anexo 1 del presente documento.

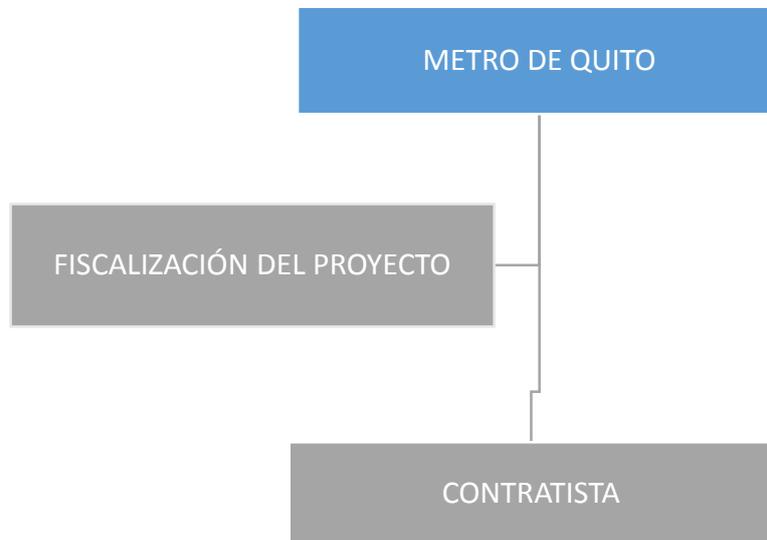
### **6.1. Roles y responsabilidades**

La estructura funcional del proyecto se detalla a continuación:

---

<sup>2</sup> TULSMA, Libro V de la Calidad Ambiental.

**Ilustración 29 Estructura funcional del Proyecto**



**Elaborado por: Ecosambito, 2015**

La EPMMQ deberá comprometerse con el desarrollo, implementación y verificación de cumplimiento de la gestión ambiental integral del proyecto, la cual estará acorde a lo que establece la normativa ambiental vigente.

Se establecerán líneas claras de responsabilidad en lo referente a la implementación de las medidas ambientales descritas en el presente documento, incluyendo al responsable de cada área. De esta manera se asegura el cumplimiento efectivo de las medidas propuestas.

La EPMMQ será responsable de:

- ✓ Cumplir y hacer cumplir el presente Plan de Manejo Ambiental y la legislación ambiental vigente.
- ✓ Entregar e informar a los empleados, fiscalizadores y contratistas el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la autoridad.
- ✓ Motivar la participación de todos sus empleados en el Plan de Manejo Ambiental
- ✓ Valorar la efectividad del Plan, a través de reportes entregados por la fiscalización del proyecto.
- ✓ Detectar incumplimientos del Plan de Manejo Ambiental y exigir medidas correctivas inmediatas.

La fiscalización del proyecto será responsable de:

- ✓ Vigilar el seguimiento del PMA por parte de las contratistas
- ✓ Reportar de forma oportuna a la EPMMQ de la obra, acerca de posibles desvíos y puntos críticos en el cumplimiento del PMA, por parte de las contratistas.
- ✓ Realizar reportes mensuales, donde se detalle el cumplimiento por parte de las contratistas, los mismos que serán entregados a gerencia para su aprobación.
- ✓ Proponer soluciones de posibles correctivos a los incumplimientos del PMA

Las contratistas y subcontratista, tendrán la obligación de:

- ✓ Cumplir a cabalidad con el PMA aprobado por la autoridad
- ✓ Implementar todos los procedimientos, planes y programas que la EPMMQ requiera para la adecuada gestión de los impactos identificados
- ✓ Comunicar el PMA
- ✓ Asegurar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el presente documento en cada uno de sus sub planes.
- ✓ Implementar el Plan de Manejo Ambiental en cada una de las áreas respectivas.
- ✓ Programar la ejecución de actividades de acuerdo a lo previsto en el cronograma.
- ✓ Asegurar la socialización del PMA, educando al personal sobre las medidas aplicables más adecuadas.
- ✓ Crear los respectivos respaldos y medios de verificación que se establecen en el presente documento y que respalden el cumplimiento y la gestión realizada en el área ambiental.
- ✓ Aplicar acciones correctivas en caso de detectar incumplimientos al Plan de Manejo Ambiental

Los demás empleados y usuarios son responsables de:

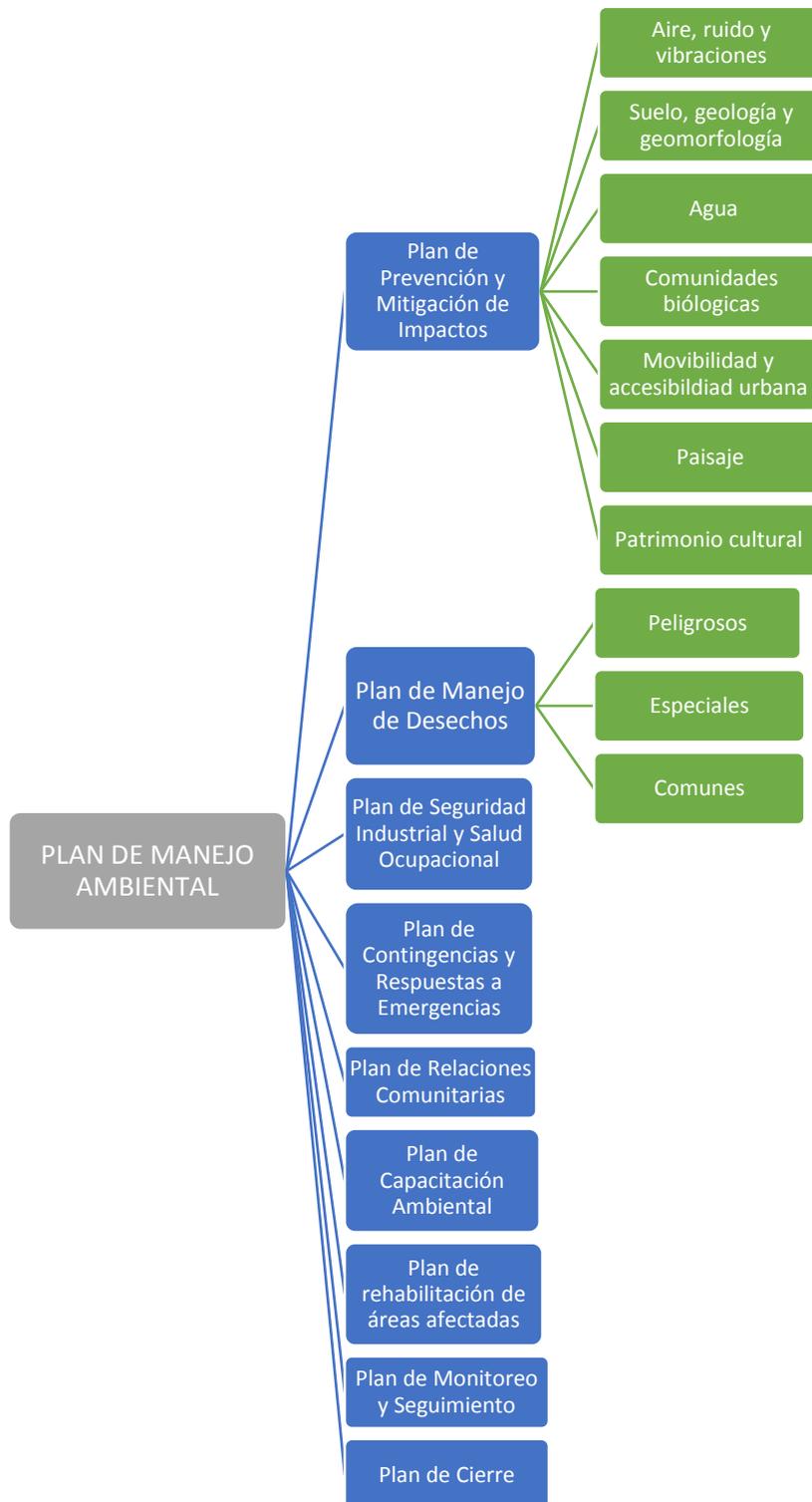
- ✓ Cumplir con las disposiciones impartidas en el presente documento.
- ✓ Reportar al supervisor inmediato cualquier inquietud, peligro o riesgo presente en su lugar de trabajo.

## 6.2. Estructura del Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental, estará conformado por los siguientes sub – planes:

- Plan de prevención y mitigación de impactos
  - Plan de prevención y mitigación de la contaminación del aire, ruido y vibraciones
  - Plan de prevención y mitigación de la contaminación de los suelos
  - Plan de prevención y mitigación sobre la geología y geomorfología
  - Plan de prevención y mitigación de afectación al agua
  - Plan de prevención y mitigación de la afectación de las comunidades biológicas
  - Plan de prevención y mitigación del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana
  - Plan de prevención y mitigación del impacto paisajístico
  - Plan de prevención y mitigación de la afectación al patrimonio cultural
- Plan de Manejo de Desechos
- Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias
- Plan de Relaciones Comunitarias
- Plan de Capacitación Ambiental
- Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas
- Plan de Monitoreo y Seguimiento
- Plan de Cierre y Abandono

**Ilustración 30 Plan de Manejo Ambiental de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito**



Elaborado por: Ecosambito, 2015

### **6.3. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

#### **6.3.1. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos**

##### **6.3.1.1. Medidas para el control de la contaminación del aire por material particulado**

Para prevenir o minimizar el impacto de contaminación del aire por emisión de material particulado, se aplicarán las siguientes medidas:

- ✓ Establecer lugares adecuados para el almacenaje, mezcla y carga de los materiales de construcción, deben estar localizados en sectores cuyos usos del suelo sean compatibles con estas actividades, concretamente deberían evitarse sitios adyacentes a áreas residenciales.
- ✓ Presentar cerramiento periférico, que aisle física y visualmente las actividades que se desarrollen dentro de estos lugares.
- ✓ Usar riegos periódicos de agua en estas zonas para evitar la migración del material a consecuencia del viento.
- ✓ Los acopios de materiales tanto de construcción como del movimiento de tierras que puedan producir polvo se establecerán a resguardo de los vientos dominantes y a ser posible en sitios de reducida visibilidad; este material deberá ser cubierto con lonas que eviten su dispersión.
- ✓ Se deberá realizar la limpieza y mantenimiento adecuado de los vehículos de transporte de materiales para evitar que las ruedas u otras partes del vehículo porten barro que pueda ser depositado en otras zonas, y que tras su secado, por efecto del viento, ensucien el entorno.
- ✓ Mantener húmedas, durante la temporada seca, las áreas de trabajo que presenten suelos desnudos, para minimizar la dispersión de polvo.
- ✓ El transporte de materiales pulverulentos se realizará en vehículos especiales de caja cerrada o bien se cubrirán las cajas con lonas; esta condición se verificará a la salida del vehículo de la obra.
- ✓ Los proveedores tendrán la obligación de verificar mediante registros y documentos que los áridos y materiales de préstamos que se utilicen durante la obra cuenten con los respectivos permisos.
- ✓ En el caso de necesitar usar algún equipo de perforación, estos dispondrán de sistemas de captación de polvo (campana a la salida de la perforación y filtros).
- ✓ Cumplir con los procedimientos vinculados al presente plan.
- ✓ La Contratista deberá presentar a la EPMMQ un plan de monitoreo continuo de

la calidad del aire (emisión de material particulado) para todos los frentes de obra, y presentar reportes con frecuencia bimestral, siendo la contratista la única responsable de la implementación del mismo, la fiscalización de la obra deberá comprobar los resultados de dicho plan de monitoreo.

#### **6.3.1.2. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.3. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$

#### **6.3.1.4. Medio de Verificación**

- Registro fotográfico
- Registros de mantenimiento de vehículos y maquinarias
- Registros del cumplimiento de los procedimientos

#### **6.3.1.5. Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas**

Para prevenir o minimizar el impacto de contaminación del aire por emisiones gaseosas, se aplicarán las siguientes medidas:

- ✓ Realizar el mantenimiento adecuado de toda la maquinaria de construcción y transporte para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar la emisión de contaminantes.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán pasar la revisión técnica vehicular y contar con la matrícula actualizada.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán tener mantenimientos periódicos que garanticen un buen estado físico y mecánico.
- ✓ Las contratistas tendrán la obligación de verificar las condiciones de seguridad de los vehículos que ingresen a las diferentes áreas de trabajo, esto se realizará

a través de checklist donde se evidencie lo siguiente: condiciones de las llantas, luces, extintor, entre otros.

- ✓ Las contratistas presentaran de forma mensual, reportes y registros que validen las medidas antes expuestas.
- ✓ Las maquinarias de combustión interna, deberán contar con mantenimientos acorde a las especificaciones del fabricante.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán contar con sistemas de reducción de emisiones (catalizadores), de igual forma la contratista tendrá la obligación de aplicación de esta medida mediante un registro de cada vehículo y sus características.
- ✓ La Contratista deberá presentar a la EPMMQ, un plan de monitoreo continuo de contaminación atmosférica por emisión de gases para todos los frentes de obra, y presentar reportes con frecuencia bimestral, siendo la contratista la responsable de la implementación del mismo, la fiscalización de la obra deberá comprobar los resultados de dicho plan de monitoreo.
- ✓ La Contratista, deberá presentar a la EPMMQ un plan para la medición de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) que permita verificar la presencia de gases previo al avance de las obras subterráneas y durante la realización de estos trabajos, con el propósito de evitar explosiones o afectación de los trabajadores (seguridad industrial), siendo la contratista la única responsable de la ejecución del mismo.

#### **6.3.1.6. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.7. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$

#### **6.3.1.8. Medio de Verificación**

- Registro fotográfico
- Registros de mantenimiento de maquinarias
- Listas de chequeo de seguridad en vehículos

#### **6.3.1.9. Medidas para el control de ruido**

Los mayores impactos en relación a la generación de ruido, durante la fase de construcción, se asocian al uso de maquinaria y equipos, así como a otras actividades comunes de construcción que tienden a incrementar los niveles de ruido de forma temporal.

Entre las medidas a implementar para minimizar las afectaciones por ruido durante la fase de construcción, se debe cumplir con lo siguiente:

- ✓ Cumplir con todas las normas, regulaciones y ordenanzas gubernamentales en referencia a control de niveles de ruido aplicables a cualquier trabajo relativo a la etapa de construcción.
- ✓ Se aplicaran medidas de insonorización en las maquinarias que sea posible y que esto no afecte su operatividad y eficiencia.
- ✓ En zonas donde se ha identificado que se requiere un manejo especial (áreas sensibles) se deberá aplicar medidas de apantallamiento acústico.
- ✓ Realizar un mantenimiento preventivo en la maquinaria y equipos de construcción (engrase de piezas móviles, limpieza permanente, reemplazo de piezas averiadas, etc.), para evitar posibles ruidos vinculados a desperfectos mecánicos.
- ✓ Estará prohibido y limitado el uso de bocinas y altavoces en casos innecesarios.
- ✓ Comunicar y coordinar oportunamente el desarrollo de alguna actividad que sea requerida y que produzca altos niveles de ruido, al responsable de HES. Mantener registro de esta actividad.
- ✓ La Contratista deberá presentar a la EPMMQ, un plan de monitoreo continuo de ruido, el mismo que permita identificar durante las horas de trabajo los niveles exposición de ruido hacia los trabajadores y ruido ambiente, con la finalidad de implementar medidas de mitigación del mismo. La contratista es la responsable de la implementación del mismo; y la fiscalización de la obra, deberá comprobar los resultados de dicho plan de monitoreo.

#### **6.3.1.10. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.11. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$

#### **6.3.1.12. Medio de Verificación**

- Registro fotográfico
- Cronograma de operación de maquinarias
- Registros de cumplimiento de las medidas

#### **6.3.1.13. Medidas para el control de las vibraciones**

Las actividades propias de la construcción del Metro, son la remoción y demolición de estructuras, el movimiento continuo de equipo pesado, el uso de equipos y maquinarias para realizar las excavaciones y perforaciones, el movimiento de la cabeza cortadora de la tuneladora, así como la instalación de las infraestructuras del metro. Estas actividades podrían generar la propagación de vibraciones en el terreno. Se indican a continuación las principales medidas que deberán ser adoptadas e implementadas para lograr evitar o mitigar dichas vibraciones:

- ✓ Se establecerá un programa de monitoreo permanente de vibraciones, a lo largo de la línea, con énfasis en los tramos a ser desarrollados en túnel y en las zonas más vulnerables, por ejemplo edificaciones antiguas, o muy cercanas a la línea.
- ✓ Conducir inspecciones de integridad estructural en estructuras críticas (pre y post construcción).
- ✓ Aplicar la tecnología de fibra óptica para monitoreo de estructuras (tecnología OSMOS), desde la calle Bahía hasta la Plaza del Teatro, en puntos establecidos por la EPMMQ de acuerdo a la ingeniería de detalle, esta tecnología implica el registro de posibles movimientos que puedan darse bajo condiciones de tensión y comprensión. Se medirán las deformaciones en espacios reducidos mediante hilos de invar con Distinvar o Distómetro, para controlar las deformaciones relativas a casusa de desplazamientos de excavaciones subterráneas, o movimientos radiales y convergencias en túneles
- ✓ Para las deformaciones horizontales de las pantallas, se realizarán mediciones mediante la disposición de tuberías de aluminio anodizado para medidas de

desplazamientos con torpedo inclinométrico biaxial

- ✓ Controlar los movimientos de edificaciones de forma continua mediante sistemas de auscultación de acuerdo al diseño definitivo del proyecto.
- ✓ Para el control de fisuras en edificios e instalaciones, se colocarán testigos de yeso, para medir mediante un deformímetro su movimiento y representar la evolución de las fisuras en función de la aproximación del frente de excavación y del tiempo. En caso de encontrarse un movimiento significativo se reconsiderara aisladamente el edificio en el que se encuentre la fisura y se estudiará un plan de actuación.
- ✓ Para el control de movimiento de terrenos, se colocarán sobre la superficie hitos de nivelación, los cuales permitirán realizar lectura de los movimientos verticales y transversales. Los hitos se colocarán y observarán antes de la excavación del túnel o pantalla, en zonas donde existan edificios singulares, edificios de alto grado de clasificación de grietas o edificios de valor histórico
- ✓ En las secciones que se considere, instalar en las proximidades de túneles, inclinómetros en el terreno, con el objetivo de medir desplazamientos horizontales asociados al avance de la excavación
- ✓ Llevar registros sistematizados del movimiento de suelo y roca mediante el uso de extensómetro de varillas
- ✓ Para controlar posibles afecciones al nivel freático, disponer de piezómetros de cuerda vibrante o abiertos para registrar las variaciones de presión del agua en la cota del nivel freático, a causa de las oscilaciones de la columna del agua sobre el piezómetro.

#### **6.3.1.14. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.15. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{Metodo implementado}}{\text{Metodo planteado}}$

#### **6.3.1.16. Medio de Verificación**

- Aplicación del Estudio de auscultación
- Registros de mediciones

### **6.3.1.17. Plan de prevención y mitigación de impactos a los componentes suelo, geología y geomorfología**

#### **6.3.1.17.1. Manejo de taludes**

- ✓ El material tiene que apilarse lo más bajo posible y en ningún caso a más de 6.0 m de altura, a menos que se especifique lo contrario.
- ✓ Las vías de acceso tienen que mantenerse libres de obstáculos.
- ✓ Los materiales que no sean compatibles tienen que estar separados en el depósito.
- ✓ Todo material almacenado en fundas, recipientes, bultos, o colocado en hileras, se apilará, bloqueará o entrelazará hasta el límite de altura que el material esté estable y seguro para evitar deslizamientos o caídas.
- ✓ Para la ubicación de los sitios que serán destinados para la acumulación de material residual de la construcción del proyecto, se tiene que considerar los siguientes criterios:
  - Evitar las descargas directas que afecten la calidad de los cursos de agua (en caso de estar ubicado cerca de quebradas o cuerpos de agua)
  - Los sitios de acumulación serán áreas de menor valor edafológico.
- ✓ La selección de los sitios será realizada por la Supervisión Ambiental con la aprobación de la Fiscalización, en función de los sectores en los que se identifique material residual; la distancia de transporte; y, las características ambientales del sector.
- ✓ Al escoger el lugar de almacenamiento, tiene que procurarse que en el mismo no existan procesos evidentes de arrastre por aguas, lluvias y erosión, de tal modo que no se exponga el material depositado a procesos naturales de lixiviación
- ✓ Los taludes del depósito de materiales deben tener pendientes que no induzcan deslizamientos. No tiene que excederse la capacidad de carga de los sitios de almacenamiento.
- ✓ Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, etc., será retirado inmediatamente por el contratista.

- ✓ Con el fin de mitigar los impactos producidos por el transporte de materiales de construcción y restos y rechazo, se deberá implementar acciones y medidas que permitan causar el mínimo malestar a la salud humana y al ambiente que rodea a la obra.

#### **6.3.1.17.2. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.17.3. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No.de medidas ejecutadas}}{\text{No.de medidas planteadas}}$

#### **6.3.1.17.4. Medio de Verificación**

- Registros fotográficos
- Entrega de material resultante a escombreras

#### **6.3.1.18. Medidas preventivas para la contaminación de suelos**

Pese al riesgo leve de que se produzca una contaminación de los suelos, se han previsto una serie de medidas preventivas:

- El mantenimiento de maquinarias y vehículos se lo deberá realizar en centros autorizados; en caso de ser necesario realizar trabajos menores de daños y/o desperfectos vehiculares, el área deberá ser debidamente impermeabilizada para evitar posibles derrames menores de aceites y combustibles.
- Queda prohibido el realizar mantenimientos dentro de las áreas de trabajo. La contratista deberá implementar áreas específicas para el mantenimiento de equipos y maquinarias, las mismas que deberán estar provistas de las condiciones técnicas necesarias para evitar contaminación de suelos.
- En caso de existir derrames menores o liqueo de combustibles, estos deberán ser recolectados de inmediato para su disposición final en su respectiva área.

- Las áreas de cada frente de obra deberán contar con un kit de derrames, que cuente con todo lo necesario para su detención y recolección.
- No se prevé derrames mayores; pero en caso de existir se considerara el plan de contingencias del presente documento.
- Los lugares específicos para el almacenamiento de combustibles, lubricantes, y productos tóxicos o peligrosos, contará con las medidas de contención adecuadas para evitar posibles y fugas y derrames.
- El manejo de los residuos peligrosos y especiales, se lo realizará acorde al Plan de desechos del presente documento, priorizando las medidas a ser tomadas en su manejo para evitar posibles derrames y contaminación del suelo.
- Los residuos serán enviados a sitios autorizados, ningún residuo podrá ser eliminado en áreas no autorizadas del proyecto; de esta manera se evitará la generación de lixiviados.
- Una vez finalizadas las obras se dismantelarán las estructuras temporales y restaurarán las zonas puntualmente afectadas (consultar también el Programa de rehabilitación de áreas afectadas).
- Previa la instalación de campamentos de obra, talleres, fábricas de dovelas, etc., se solicitará a la EPMMQ y a la fiscalización la previa aprobación para el uso de las áreas respectivas a ser utilizadas.

#### **6.3.1.19. Medidas correctivas - Remediación de suelos contaminados**

- La contratista tendrá la obligación de verificar que las diferentes áreas de trabajo no cuenten con derrames menores, no mayores que requieran de intervención inmediata. En caso de que se identifique un área que requiera de intervención y/o remediación, se realizará las gestiones del caso para su remediación inmediata.
- La remediación de suelos contaminados deberá ser realizada cumpliendo con los estándares y técnicas apropiadas establecidas en la legislación ambiental vigente. Si la contaminación es mayor se deberá contar con empresas especializadas y calificadas para este fin.
- Previa la remediación se deberá realizar un registro del material contaminado, donde se evidencie: peso, características físicas de la muestra, entre otros.
- Una vez remediado el suelo contaminado, este previa su verificación de calidad mediante un muestro puntual, podrá ser reutilizado en las actividades

antes expuestas en relación al manejo de material de excavación. Plan de prevención y mitigación de la contaminación del presente plan.

- En caso de que exista material de desalojo contaminado, su acopio temporal, transporte y disposición estará a cargo de la contratista, cumpliendo con normas técnicas correspondientes, El tratamiento estará a cargo de los responsables externos al proyecto que generaron dicha contaminación, basados en procesos que determine la autoridad ambiental correspondiente.
- En caso de salida de suelos contaminados durante la excavación del Túnel, se deberá aplicar el procedimiento correspondiente.

#### **6.3.1.20. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.21. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$

#### **6.3.1.22. Medio de Verificación**

- Mantenimiento de maquinarias y equipos
- Registro de entrega de residuos
- Registros fotográficos

#### **6.3.1.23. Plan de prevención y mitigación de impactos al componente agua**

##### **6.3.1.23.1. Aguas superficiales**

- Todas las instalaciones tanto temporales como permanentes se dotarán de sistemas de intercepción de la escorrentía superficial que será evacuada a través de los colectores o ejes de drenajes existentes en la zona.
- La zona de patios y talleres se dotara de un sistema de laminación de la escorrentía producida en la zona de manera que las puntas de caudal producidas por la impermeabilización de la zona no aumenten el riesgo de

inundación o superen la capacidad de evacuación de los cauces utilizados para su vertido final.

- Al objeto de garantizar el funcionamiento de los entubamientos y colectores existente se respetarán estos, pasando los túneles por encima o por debajo. En caso de necesidad de modificar algún colector o entubamiento se evitará la creación de sifones.
- Además de estudiar su ubicación y para aumentar la seguridad, las bocas de metro se dotaran de sistemas que impidan la entrada de agua de escorrentía superficial en las mismas.
- No se mantendrán depósitos de combustibles en los frentes de obra, salvo los que llevan instalados la maquinaria. El almacenamiento de combustible deberá hacerse en la estación de servicio de combustible más cercana. En el caso de requerirse un abastecimiento de tipos de combustibles que no sean comercializados en gasolineras se deberá contar con los permisos respectivos ante las autoridades ambientales ecuatorianas, y los sitios de almacenamiento temporal deberán cumplir con la NT INEN 2266 y demás normas para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias peligrosas.
- Los materiales peligrosos (aceites, grasas, residuos peligrosos, etc.) se almacenaran en recintos cubiertos, dotados de solera impermeabilizada y sin conexión exterior. Es conveniente que estos recintos estén dotados de sistema de recogida de derrames y fugas conectada con una arqueta impermeabilizada que favorezca la recogida de los posibles residuos que se generen. El almacenamiento temporal de este tipo de materiales deberá cumplir con la normativa ambiental y de seguridad vigente.
- Las aguas negras que se generen en cualquier fase del proyecto se evacuarán a través de la red de saneamiento municipal, si no existe red de saneamiento municipal se aplicará un sistema de tratamiento, jamás se verterá directamente a la naturaleza.
- El patio estará dotado de instalaciones para eliminar las grasas y aceites de las aguas residuales así como los residuos del lavado de trenes de manera que el agua sea asimilable a urbana antes de su vertido a la red de alcantarillado. Si dicha instalación no puede conectarse con la red de alcantarillado se dotará de una estación depuradora de aguas residuales adecuada a las características del agua residual generada (aguas de limpieza de convoyes, aceites, grasas, sanitarios, duchas, etc.).
- En el eventual caso de que se llegará a presentar el efecto dren se procederá con la impermeabilización de las paredes del túnel que discurren bajo el acuífero.

- En cuanto al efecto pantalla o barrera, en la zona inicial, el diseño contempla la ejecución del túnel mediante el método denominado entre pantallas, por tanto cabría la posibilidad de existencia de este fenómeno, pero no tendría ninguna afectación ya que la variación estaría en rangos similares a los que se producen por la variación estacional.

#### **6.3.1.23.2. Aguas subterráneas**

- Todos los procesos de alto riesgo ambiental, o cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial o subterráneo, deberá contener un informe detallado de las características hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.
- Se realizara un monitoreo previa la ejecución de actividades de construcción del Metro de Quito, específicamente en el área de intervención del acuífero. Los parámetros de calidad de aguas subterráneas serán las establecidas de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana.

#### **A. Medidas de mitigación complementarias**

A continuación se detalla las medidas de mitigación complementarias:

<sup>3</sup>Se propone algunas medidas de mitigación complementarias, para el caso no probable de que se produzca el efecto pantalla. Si la continuidad al flujo se realiza por encima de la infraestructura creada. En este caso:

- Rebaje del nivel de las losas de cubierta, y disposición de un material filtrante sobre las mismas.

Si se da continuidad al flujo por debajo de la infraestructura. Se podrían distinguir:

- Apertura de portillos (sistemas de comunicación hidráulica entre ambos lados de las pantallas mediante huecos en los muros pantalla por debajo de la contra bóveda). Conductos de transferencia del agua, entre los paramentos exteriores de las pantallas.
- Conductos de transferencia del agua, entre los paramentos exteriores de las pantallas.
- Captación del agua y transferencia, de un lado al otro del túnel artificial, mediante

---

<sup>3</sup> Fuente: EIA y PMA 2013.

bombeo o sifones y pozos de recarga.

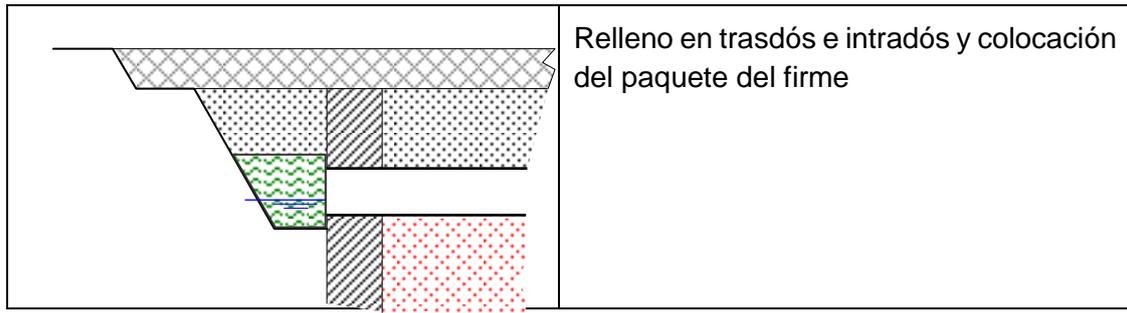
Respecto a la disposición de material filtrante sobre las losas de cubierta suele ser efectiva en caso de niveles freáticos altos, y cuando el pie de las pantallas y el fondo de la excavación estén en un nivel impermeable.

Si bien no se elimina por completo el efecto pantalla, las sobre elevaciones y descensos del nivel freático pueden acotarse a valores muy pequeños, por lo que en la práctica la construcción de la obra afecta poco al flujo subterráneo, sin afecciones de importancia sobre los sótanos y edificios colindantes.

Las fases de ejecución de pantallas se indican en la siguiente ilustración:

**Ilustración 31 Fases de ejecución de pantallas**

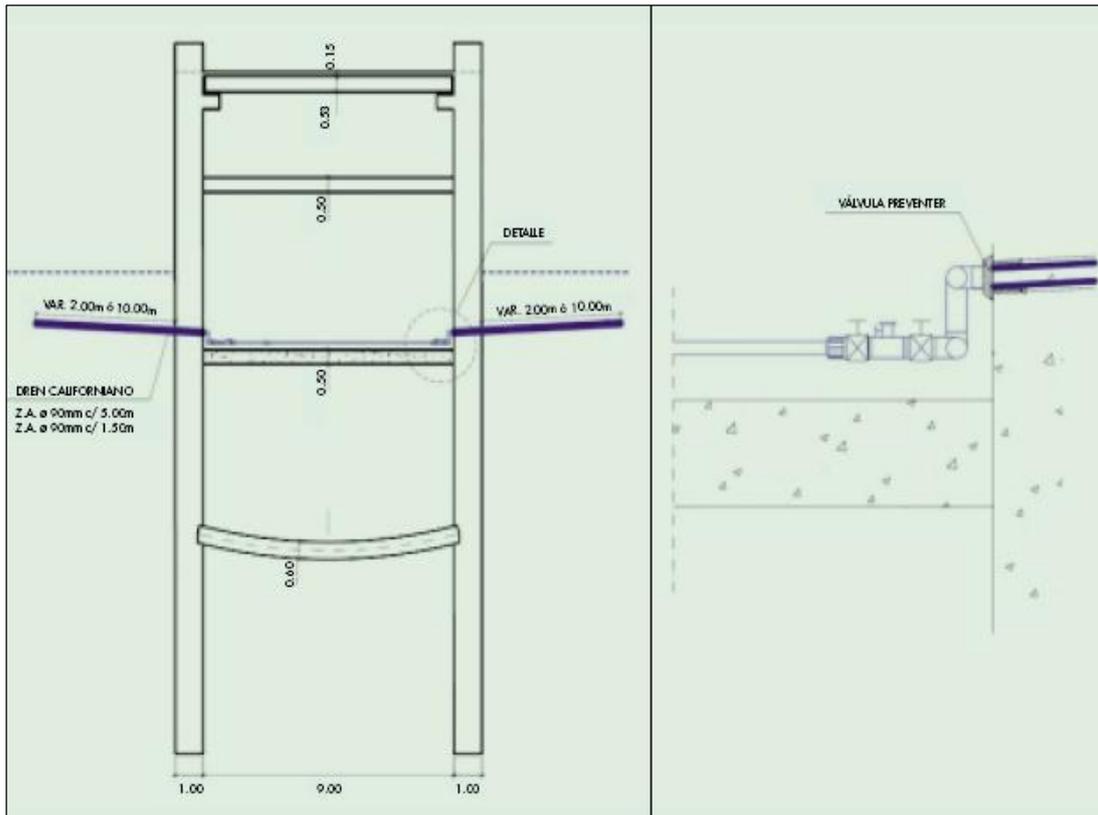
	<p>Relleno sobre la bóveda hasta alcanzar el nivel de la generatriz superior del tubo</p>
	<p>Excavación simultánea de las zanjas longitudinales en el trasdós de las pantallas (con achique si es necesario), y de las zanjas transversales, para la colocación de los tubos</p>
	<p>Demolición de las pantallas, colocación de los tubos, y relleno de las zanjas transversales</p>
	<p>Relleno con material drenante, envuelto en geotextil, de las zanjas longitudinales del trasdós</p>



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Una variante consiste en la colocación de un tubo (PVC o fibrocemento) a la cota del nivel freático, que atravesando las pantallas conecte el nivel freático de ambos lados (disponiendo dos zanjas longitudinales en el lado externo de las pantallas y rellenas de material drenante), tal y como muestran la ilustración y la fotos siguientes.

**Ilustración 32 Conexión del nivel freático a ambos lados mediante un sistema de tuberías**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Fotografía 21 Conexión del nivel freático



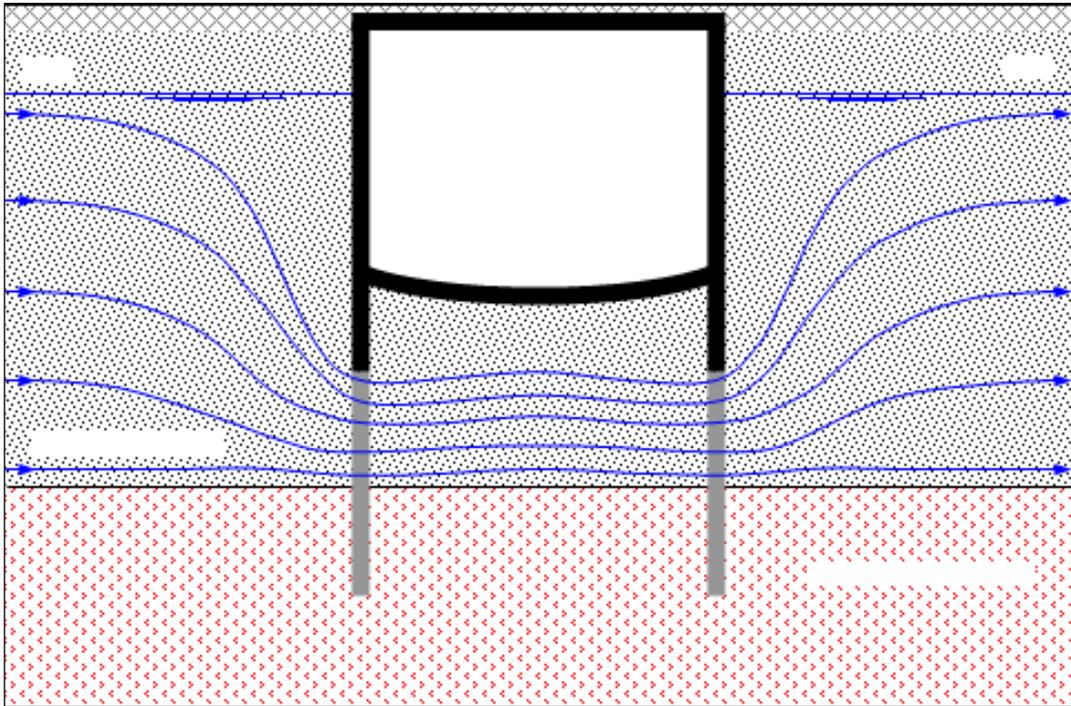
Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

En el caso en el que el pie de las pantallas se empotra en un nivel impermeable y la contrabóveda (fondo de la excavación interior) queda en el nivel permeable, la apertura de portillos puede ofrecer una buena garantía de transmisividad del flujo.

Consiste en un acortamiento discontinuo del pie de las pantallas, de forma que se ofrece un camino permanente al agua a través de la obra subterránea. Para ello, se imponen mayores gradientes locales para la circulación del agua (normalmente compatibles con la naturaleza y condiciones del terreno) y unas ciertas sobreelevaciones y depresiones

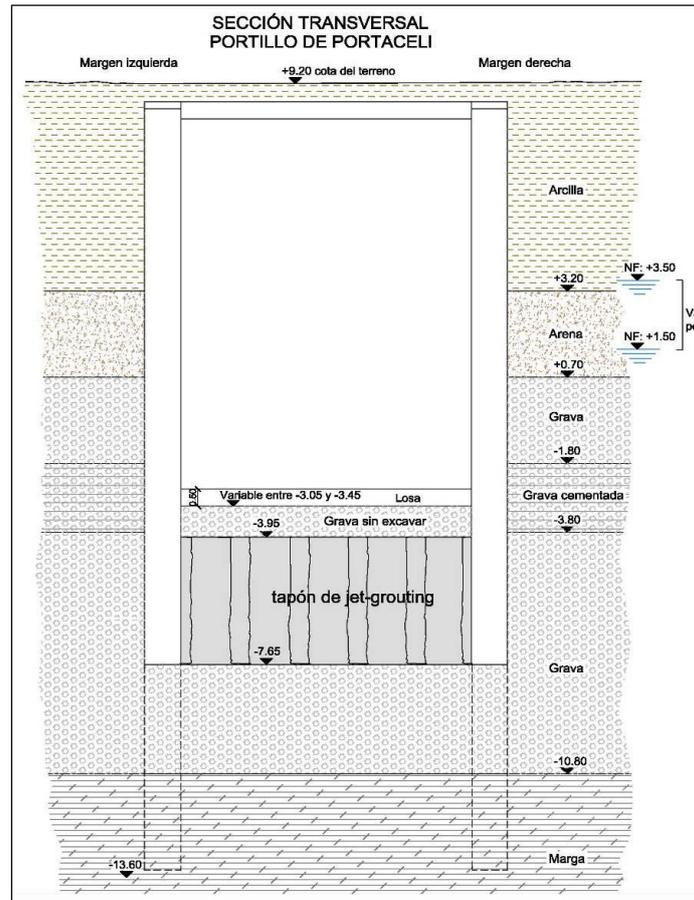
en los niveles piezométricos, que alcanzan su valor máximo en los puntos intermedios entre portillos, aguas arriba y aguas abajo, respectivamente.

**Ilustración 33 Apertura de portillos en el pie de pantallas**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

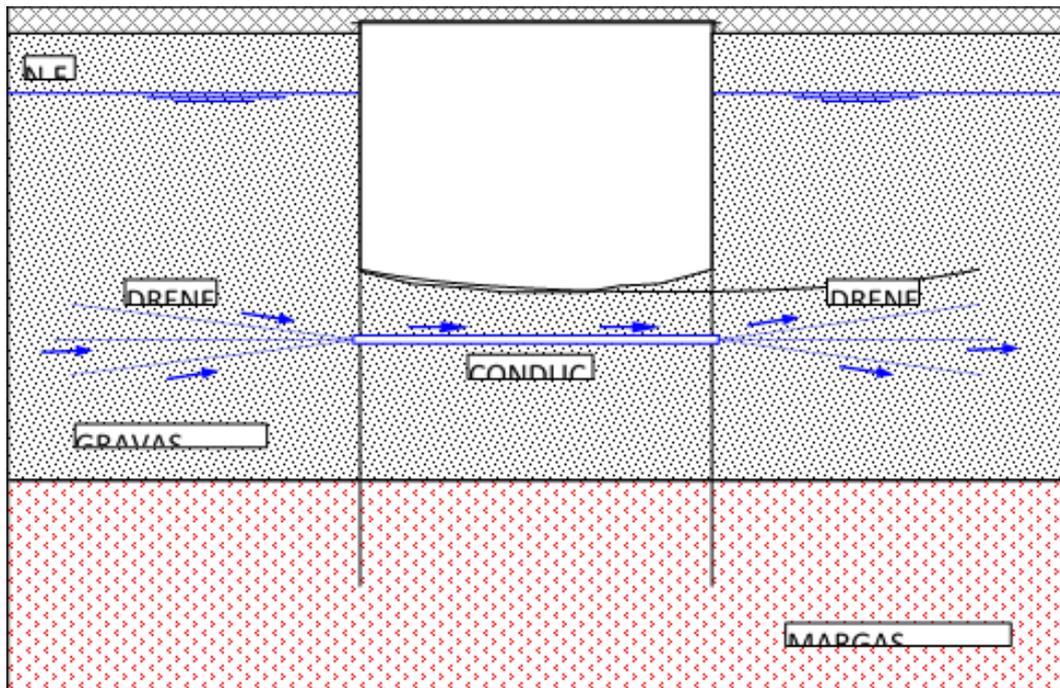
**Ilustración 34 Tapón de jet grouting para la apertura de portillos**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

La construcción de conductos de transferencia, entre los paramentos exteriores de las pantallas, se plantea como una posible solución cuando los caudales circulantes son pequeños y con lo que los conductos tendrían poca sección transversal.

Ilustración 35 Conductos de transferencia

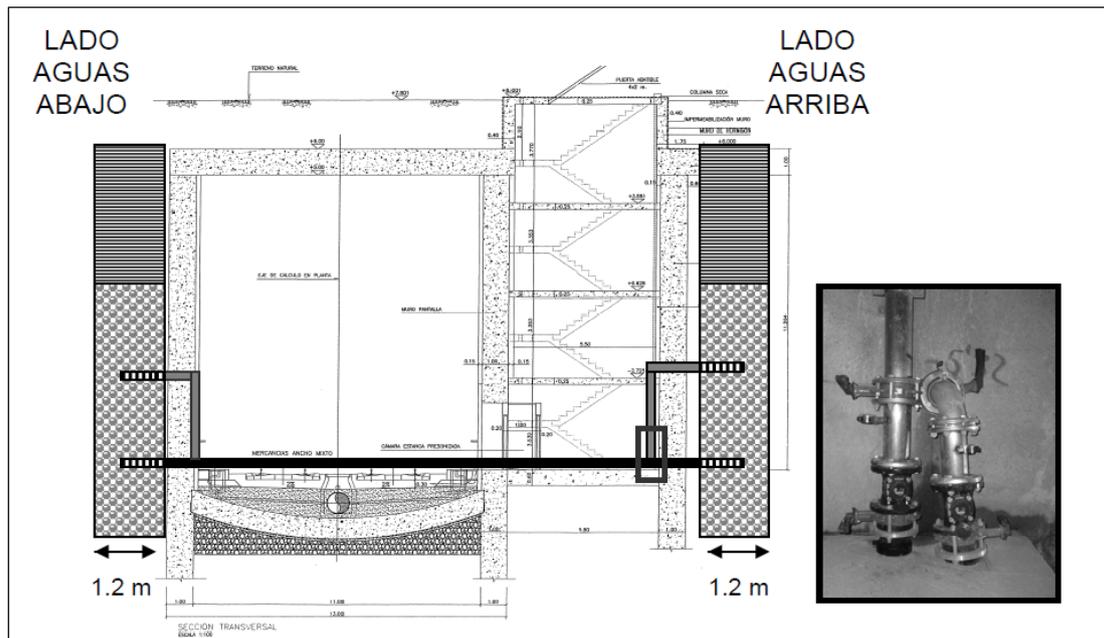


Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

La captación y transferencia del agua, de un lado a otro de una obra ejecutada entre pantallas, consiste en la ejecución de una serie de pozos uniformemente dispuestos aguas arriba, a lo largo del trazado. El objetivo es captar los caudales de manera intermitente, en la medida en que vaya ascendiendo el nivel freático, limitando así las sobreelevaciones. Esta solución necesita, además, un sistema de transferencia al otro lado del acuífero, que puede hacerse mediante bombas o sifones, y un sistema de distribución mediante pozos de recarga (si no hay necesidad de recargar, por carecer de importancia los descensos del agua, es suficiente con prever un sistema de evacuación del agua captada).

Otra posible solución al efecto pantalla es la graficada en la figura siguiente extraída de Carrera, J. y Vázquez Suñé, E (2008): "Sobre la interacción entre acuíferos y obras subterráneas" El agua y las Infraestructuras en el medio subterráneo. AIH – GE, Barcelona, 24 a 26 de noviembre de 2008. Pp. 21-38.

**Ilustración 36 Dispositivo de paso (bypass) para mitigar el "efecto barrera"**



Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 6.3.1.24. Responsable

El principal responsable de verificación del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

Los principales problemas que plantea esta solución consisten en la dificultad para realizar la excavación y hormigonado de la contrabóveda o losa de fondo, en la zona de los portillos, y el de garantizar la estabilidad de las pantallas y del fondo de la excavación. Los tapones de jet grouting, tal y como se indica en la figura adjunta, suelen solucionar tal problemática.

#### 6.3.1.25. Indicador

$$\text{Indicador: } \frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$$

#### 6.3.1.26. Medio de Verificación

- Registros de Monitoreos
- Registros fotográficos

#### **6.3.1.27. Plan de prevención y mitigación de impactos al componente comunidades biológicas**

En la fase de construcción el principal impacto identificado se dará en los árboles que tengan una altura mayor a 5 m y aquellos árboles que son considerados árboles patrimoniales. Asimismo, se deberá tener en cuenta a los árboles de nogal (*Juglans neotropica*) que se considera en la categoría (EN) en peligro de acuerdo a UICN (2015).

En el caso de la fauna (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) se considera que durante las actividades de construcción se alejarán de las áreas intervenidas. Tomando en cuenta que las especies de fauna terrestre encontradas en la fase de campo son de distribución cosmopolita y que, en algunos casos, incluso son consideradas un problema para la salud de la población, no se considera pertinente establecer medidas de mitigación específicas durante las fases del proyecto.

La validación del estado fitosanitario de los árboles que serán afectados durante la etapa de construcción se realizó en base al plano de tramificación y mapas del Metro de Quito. La fase de validación o actualización de la información biótica se llevó a cabo en el mes de mayo del año 2015, utilizando la misma metodología del estudio de línea base del año 2012.

##### **6.3.1.27.1. Actualización de árboles que se encuentran ubicados en el trazado de la PLMQ y medidas a implementarse**

###### **a. Patios y talleres y Estación Quitumbe**

Es importante mencionar que el área de patios y talleres y la estación Quitumbe al sur de la ciudad están intervenidas. Por lo tanto, la validación no se realizó en estos dos sitios.

###### **b. Túnel de Acceso**

En esta área de terreno se encontraron 6 árboles de la especie *Prunus serotina* con un diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio de 20 cm y una altura promedio de 5 metros. La evaluación de la condición de los árboles tuvo un puntaje de 3 que corresponde a una condición media (González, 2012). En el año 2015, las condiciones son similares y se recomienda la reubicación de seis (6) árboles de la misma especie en las áreas verdes aledañas o en parques de los barrios cercanos al área afectada, tal como se indica a continuación.

**Tabla 18 Inventario Túnel de Acceso**

Espece	Nombre Común	Frecuencia
<i>Prunus serotina</i>	Capulí	6
Condición fitosanitaria 2012	Buena	
Condición fitosanitaria 2015	Buena	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**c. Pozo de extracción 1 – Quebrada Ortega**

En esta área de quebrada se encontraron 60 árboles de 9 especies con un diámetro promedio de 20.29 cm de DAP y un altura promedio de 15 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 19 Inventario Túnel de Acceso**

Espece	Nombre Común	Frecuencia
<i>Mimosa quitensis</i>	Algarrobo	1
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	44
<i>Citharexylon ilicifolium</i>	Casanto	1
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	1
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	2
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	1
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Capulí	6
<i>Salix babilonica</i>	Ciprés	3

Espece	Nombre Común	Frecuencia
Prunus serotina	Sauce llorón	1
Condición fitosanitaria 2012	Buena	
Condición fitosanitaria 2015	Buena	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

Las medidas sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los seis (6) árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles mayores a 5 m de altura y con un estado fitosanitario bueno (medio), se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de la misma especie.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas con condiciones ecológicas similares a las que fueron intervenidas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado

(*Prunus serotina*), ya que esta especie tiene importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con tal finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los seis (6) árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario bueno (*Prunus serotina*).
- (2) El retiro de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) Trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) Aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles);
- (5) Identificación y selección de especies de plantas para la compensación;
- (6) Individuos, para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**d. Estación Morán Valverde**

En el sector de Moran Valverde en el parterre se encontraron 26 árboles de 4 especies (que se detallan en la tabla siguiente) con un diámetro promedio de 13.87 cm de DAP y un altura promedio de 7 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente. (González, 2012). En el año 2015, no se registraron árboles, esto se debe a que existió un cambio en la ubicación de la estación a un área que no posee cobertura vegetal. Por lo tanto, no se consideran medidas de mitigación para esta estación.

**e. Pozo de Ventilación 1**

En esta área de parterre se encontraron 5 árboles de 1 especie con un diámetro promedio de 18.97 cm de DAP y un altura promedio de 11 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 20 Inventario Moran Valverde**

Especie	Nombre común	Frecuencia
Cedrela montana	Cedro	5
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

**f. Salida de Emergencia 3**

En esta área de parque se encontraron 17 árboles de 4 especies con un diámetro promedio de 10.02 cm de DAP y un altura promedio de 4,2 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 21 Inventario Salida de Emergencia 3**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
Populus alba	Álamo blanco	4
Delostoma integrifolium	Yaloman	1
Callistemon viminalis	Cepillo blanco	11
Salix babilonica	Sauce llorón	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

**g. Estación Solanda**

En el levantamiento de información del año 2012, alrededor de una cancha de fútbol, se encontraron 13 árboles de 2 especies con un DAP promedio de 8.67 cm y una altura promedio de 5 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente (González, 2012). Cabe mencionar que a través de la verificación actualizada del estado fitosanitario de estas especies se define que para el 2015 su condición es excelente.

**Tabla 22 Inventario Solanda**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Callistemon viminalis</i>	Cepillo blanco	8
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	5
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	

Especie	Nombre común	Frecuencia
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

Los árboles de esta estación en la fase de construcción serán retirados y su biomasa será utilizada en el enriquecimiento orgánico de suelo erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

Las medidas sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) Protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) Una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los trece árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles mayores a 5 m de altura y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de la misma especie.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas con condiciones ecológicas similares a las que fueron intervenidas Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (5 de *Acacia longifolia* y 8 de *Callistemon viminalis*), ya que estas especies tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con tal finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 13 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario excelente.
- (2) El retiro de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) Trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) Aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles);
- (5) Identificación y selección de especies de plantas para la compensación;
- (6) Individuos, para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**h. Estación El Calzado**

En esta área alrededor del parque se encontraron 89 árboles de 4 especies con un DAP promedio de 22.5 cm y una altura promedio de 8 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente en el año 2012 (González, 2012). En la actualización de la información fitosanitaria del 2015 se verificó que los árboles mantienen una condición excelente.

**Tabla 23 Inventario El Calzado**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	83
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	4
<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

**i. Salida de Emergencia 4**

En esta área alrededor del parque se encontraron 12 árboles de 4 especies con un diámetro promedio de 15.78 cm de DAP y un altura promedio de 8 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 24 Inventario Salida de Emergencia 4**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
Salix babilonica	Sauce llorón	6
Grevillea robusta	Roble del Brasil	4
Callistemon citrinus	Cepillo rojo	1
Acacia longifolia	Acacia	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

**j. Pozo de Bombeo 4**

En esta área de parque se encontraron 6 árboles de 3 especies con un diámetro promedio de 3.82 cm de DAP y un altura promedio de 3,5 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 25 Inventario Pozo de Bombeo 4**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
Salix humboldtiana	Sauce piramidal	1
Sambucus nigra	Tilo	4

Espece	Nombre común	Frecuencia
Prunus serotina	Capulí	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

Los árboles de esta estación en la fase de construcción serán retirados y su biomasa será utilizada en el enriquecimiento orgánico de suelo erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 89 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de la misma especie.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas con condiciones ecológicas similares a las que fueron intervenidas Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (*Populus deltoides* 83, *Alnus jorullensis* 4, *Prunus serotina* 1, *Sambucus nigra* 1), ya que estas especies tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con tal finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 89 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario excelente.
- (2) El retiro de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles);
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación;
- (6) individuos, para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**k. Estación El Recreo**

En el sector del Recreo, el área destinada para la implantación de la futura estación del Metro se encuentra totalmente desprovista de árboles. Por lo tanto, no se consideraron medidas de mitigación para el sitio.

**l. Estación La Magdalena**

En la inspección realizada en el 2015, no se registró especies de árboles, debido a que la estación está construida en su totalidad. En tal virtud, en esta estación no se proponen medidas de mitigación.

**m. Intercambiador 24 de mayo**

En esta área de parterre se encontraron 4 árboles de 2 especies con un diámetro promedio de 11.30 cm de DAP y un altura promedio de 5 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 26 Inventario Estación La Alameda, 2015**

Especie	N. común	Frecuencia
Chionanthus pubescens	Arupo	3
Populus deltoides	Álamo	1

Especie	N. común	Frecuencia
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Buena	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**n. Estación San Francisco**

En esta área se encuentra la Iglesia de San Francisco y la plaza del mismo nombre, al no existir áreas verdes en esta estación no se consideraron medidas de mitigación.

**o. Estación La Alameda**

En la estación La Alameda, ubicada en el parque del mismo nombre, se encontraron 91 árboles de 22 especies con un diámetro promedio de 30.49 cm de DAP y una altura promedio de 14 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 en el año 2012, lo que corresponde a una condición excelente (González, 2012). En la validación del estado fitosanitario del 2015 en la nueva implantación de la estación Alameda se registró una abundancia de 28 individuos con una valoración de excelente, tal como se describe en la tabla siguiente:

**Tabla 27 Inventario Estación La Alameda, 2015**

Especie	N. común	Frecuencia
<i>Acacia dealbata</i>	Acacia	7
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	2
<i>Callistemon viminalis</i> (Myrtaceae)	Cepillo blanco	1
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	1
<i>Fraxinus sp.</i>	Fresno	12
<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	1
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	2
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	1

Especie	N. común	Frecuencia
<i>Yuca gloriosa</i>	Agave	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Buena	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

En el área de influencia del proyecto se encuentran dos (2) especies catalogadas como árboles patrimoniales *Cedrela montana* y *Fraxinus* sp. Los árboles identificados como patrimoniales cuentan con un sistema radicular bien desarrollado, Por lo tanto, se implementaran todas las medidas necesarias para su protección y cuidado. Es posible que en la fase constructiva se dañen las raíces de las dos especies patrimoniales, por lo cual es menester el monitoreo continuo del estado fitosanitario por parte de especialistas en especies forestales. Para el caso de la especie conocida como "Cepillo Blanco" *Callistemon viminalis* (Myrtaceae), esta será reubicada en un sitio con características ecológicas similares al área intervenida. Para lo cual se tomarán los siguientes protocolos:

- 1) Realizar un zanjado o cajeteo, utilizando herramientas de excavación manual, con la finalidad de disminuir la afectación a las raíces.
- 2) Una vez extraído la especie arbórea, las raíces serán cubiertas con plásticos para evitar la deshidratación.
- 3) El traslado se lo realizará el mismo día, preferentemente por la tarde con la finalidad de evitar la pérdida de humedad y la sequedad de las raíces y hojas.

El resto de especies retiradas serán será utilizada en el enriquecimiento orgánico de suelo erosionados del Distrito Metropolitano de Quito. Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Requisitos para el manejo de topsoil (remoción y mantenimiento)**

- (1) El topsoil es la parte superficial del suelo (hierbas, raíces y tierra) que será removido durante la fase de construcción del Proyecto.
- (2) La maquinaria debe extraer el topsoil sin dañarlo. El manejo y acopio equivocados del topsoil pueden influir en la pérdida significativa de cualidades. Por lo tanto se deben aplicar procedimientos de control de calidad para el momento de remoción, almacenamiento y colocación posterior para su uso en reconfiguración o revegetación de áreas. Estas medidas serán ejecutadas por el personal de operadores de maquinarias, previo a una capacitación por el Departamento Ambiental.

- (3) El topsoil se almacenará de manera temporal en las zonas aledañas a la construcción, para usarlo posteriormente en la reconfiguración del área construida (de ser necesario) o en sitios destinados para su acopio temporal y su uso posterior en las actividades de revegetación.

**b. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades:

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**c. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 59 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que la extracción es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares dentro del DMDQ. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (excepto *Juglans neotropica* del cual se sembrarán 5 individuos). Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 59 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aledañas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles);

- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**p. Pozo de ventilación 7**

En esta área de parterre se encontraron 6 árboles de 2 especies con un diámetro promedio de 40 cm de DAP y un altura promedio de 11 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 28 Inventario Estación Pozo de Ventilación, 2015**

Especie	N. común	Frecuencia
Platanus X acerifolia	Plátano	5
Magnolia grandiflora	Magnolia	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**q. Estación El Ejido**

En esta área de parque se encontraron 43 árboles en el 2012, de 16 especies con un diámetro promedio de 31,85 cm de DAP y una altura promedio de 14 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente (González, 2012) y en el 2015 se constató que su valoración fitosanitaria es excelente.

**Tabla 29 Inventario Estación El Ejido, 2015**

Especie	N. común	Frecuencia
<i>Acacia dealbata</i>	Acacia	4
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	10
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	12
<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1

Espece	N. común	Frecuencia
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	2
<i>Callistemon viminalis</i>	Cepillo Blanco	2
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cipres	3
<i>Eucalyptus melliodora</i>	Eucalipto	1
<i>Fraxinus sp.</i>	Fresno	3
<i>Pinus patula</i>	Pino	11
<i>Aegiphila ferruginea</i>	Pusupato	4
<i>Platanus acerifolia</i>	Platan	2
<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	4
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	3
<i>Ligustrus japonicum</i>	Trueno	10
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

En el área de influencia del proyecto se encuentran seis (5) especies catalogadas como arboles patrimoniales, y una (1) especie para trasplante. Las seis (5) especies patrimoniales cuentan con un sistema radicular bien desarrollado. Por lo tanto, se implementarán todas las medidas necesarias para su protección y preservación.

Para el caso de la especie conocida como "Cepillo Blanco" (2 individuos) *Callistemon viminalis* (Myrtaceae), esta será reubicada en un sitio con características ecológicas similares al área intervenida. Para lo cual se tomarán los siguientes protocolos:

- 4) Realizar un zanjado o cajeteo, utilizando herramientas de excavación manual, con la finalidad de disminuir la afectación a las raíces.

- 5) Una vez extraído la especie arbórea, las raíces serán cubiertas con plásticos para evitar la deshidratación.
- 1) El traslado se lo realizará el mismo día, preferentemente por la tarde con la finalidad de evitar la pérdida de humedad y la sequedad de las raíces y hojas.

El traslado se lo realizará el mismo día, preferentemente por la tarde con la finalidad de evitar la pérdida de humedad y la sequedad de las raíces y hojas.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Requisitos para el manejo de topsoil (remoción y mantenimiento)**

- (1) El topsoil es la parte superficial del suelo (hierbas, raíces y tierra) que será removido durante la fase de construcción del Proyecto.
- (2) La maquinaria debe extraer el topsoil sin dañarlo. El manejo y acopio equivocados del topsoil pueden influir en la pérdida significativa de cualidades. Por lo tanto se deben aplicar procedimientos de control de calidad para el momento de remoción, almacenamiento y colocación posterior para su uso en reconfiguración o revegetación de áreas. Estas medidas serán ejecutadas por el personal de operadores de maquinarias, previo a una capacitación por el Departamento Ambiental.
- (3) El topsoil se almacenará de manera temporal en las zonas aledañas a la construcción, para usarlo posteriormente en la reconfiguración del área construida (de ser necesario) o en sitios destinados para su acopio temporal y su uso posterior en las actividades de revegetación.

**b. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**c. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 43 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son

representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares a las intervenidas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (excepto *Juglans neotropica* del cual se sembrarán 5 individuos). Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 43 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**r. Estación Universidad Central**

En esta área verde dentro de la Universidad Central, se encontraron 39 árboles de 5 especies con un diámetro promedio de 26,37cm de DAP y una altura promedio de 11 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 4 que corresponde a una condición buena. (González, 2012) Y para el 2015 los mismos 34 individuos presentan condiciones excelentes.

**Tabla 30 Inventario Universidad Central**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	10
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	3
<i>Prunus serótina</i>	Capulí	2
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	2

Espece	Nombre común	Frecuencia
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	22
Condición fitosanitaria 2012	Buena	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

Las especies serán retiradas y su biomasa será integrada a los suelos erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 39 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares a las intervenidas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado. Se consideraron las

especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 39 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**s. Estación La Pradera**

En esta área de parterre, se encontraron 38 árboles de 7 especies con un diámetro promedio de 22,68 cm de DAP y un altura promedio de 9 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente (González, 2012) al igual que en el 2015.

**Tabla 31 Inventario La Pradera**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	10
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	4
<i>Tachycarpus fortunei</i>	Palma abanico	1
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma fénix	2
<i>Yuca gloriosa</i>	Agave	10
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	8
<i>Jacaranda mimisifolia</i>	Jacaranda	3
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	

Especie	Nombre común	Frecuencia
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**t. Pozo de Ventilación 10**

En esta área de parque, se encontraron 4 árboles de 2 especies con un diámetro promedio de 51 cm de DAP y un altura promedio de 13 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 32 Inventario Pozo de Ventilación 10**

Especie	Nombre común	Frecuencia
Phoenix canariensis	Palma fénix	2
Alnus jorullensis	Aliso	2
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

Las especies serán retiradas y su biomasa será integrada a los suelos erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser

- caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 38 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado. Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 38 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados.

**u. Estación La Carolina**

En esta área de parque, se encontraron 306 árboles de 24 especies con un diámetro promedio de 13,81 cm de DAP y una altura promedio de 7 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente (González, 2012), al igual que en el 2015.

**Tabla 33 Inventario Parque de la Carolina**

Especie	Nombre común	Frecuencia
<i>Populus alba</i>	Álamo Blanco	9

Espece	Nombre común	Frecuencia
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	27
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	16
<i>Callistemon citrinus</i>	Cepillo rojo	44
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	17
<i>Oreopanax equadorensis</i>	Pumamaqui	1
<i>Callistemon viminalis</i>	Cepillo blanco	45
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	17
<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	27
<i>Pinus radiata</i>	Pino de Monterey	6
<i>Paraserianthes lophantha</i>	Uruapan	21
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	3
<i>Ligustrus japonicum</i>	Trueno	3
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	5
<i>Mimosa quitensis</i>	Algarrobo	2
<i>Pinus patula</i>	Pino rojo	16
<i>Schinus molle</i>	Molle	8
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	2
<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1

Espece	Nombre común	Frecuencia
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	2
<i>Senna didymobotrya</i>	Guarango	30
<i>Phyllanthus selviifolius</i>	Cedrillo	2
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	1
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

En la Carolina no se identificaron árboles patrimoniales, sin embargo *Juglans neotropica* está representado por 27 individuos que se considerará de manera especial durante la etapa de compensación, debido a su categoría de amenazada.

*Cupressus macrocarpa*, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* al ser especies introducidas no se considerarán dentro de la compensación, pero si dentro de las actividades de reconformación de áreas de esparcimiento, tal como se describe a continuación.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Requisitos para el manejo de topsoil (remoción y mantenimiento)**

- (1) El topsoil es la parte superficial del suelo (hierbas, raíces y tierra) que será removido durante la fase de construcción del Proyecto.
- (2) La maquinaria debe extraer el topsoil sin dañarlo. El manejo y acopio equivocados del topsoil pueden influir en la pérdida significativa de cualidades. Por lo tanto se deben aplicar procedimientos de control de calidad para el momento de remoción, almacenamiento y colocación posterior para su uso en reconformación o revegetación de áreas. Estas medidas serán ejecutadas por el personal de operadores de maquinarias, previo a una capacitación por el Departamento Ambiental.
- (3) El topsoil se almacenará de manera temporal en las zonas aledañas a la construcción, para usarlo posteriormente en la reconformación del área construida (de ser necesario) o en sitios destinados para su acopio temporal y su uso posterior en las actividades de revegetación.

**b. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**c. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 306 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares a las afectadas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (excepto *Juglans neotropica* del cual se sembrarán 5 individuos). Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 306 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (4) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (5) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (6) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

#### v. Salida de Emergencia 9

En esta área de parque, se encontró 1 árbol de la especie *Populus deltoides* con un diámetro de 15,28 cm de DAP y un altura promedio de 6 metros. La evaluación de condición del árbol tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente. Este árbol puede ser movido dentro del área próxima.

Las especies serán retiradas y su biomasa será integrada a los suelos erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

#### w. Estación Iñaquito

Para el 2012, se encontraron 97 árboles de 14 especies con un diámetro promedio de 14,47 cm de DAP y un altura promedio de 8 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente (González, 2012) al igual que en el 2015.

**Tabla 34 Inventario Parque de la Carolina (Estación Iñaquito)**

Especie	Nombre común	Frecuencia
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	2
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma fénix	2
<i>Yuca gloriosa</i>	Agave	6
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Romerillo	1
<i>Ceiba chodatii</i>	Yuchan	2
<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo	1
<i>Ligustrus japonicum</i>	Trueno	2
<i>Callistemon viminalis</i>	Cepillo blanco	53
<i>Pinus patula</i>	Pino rojo	13
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	1
<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	2

Especie	Nombre común	Frecuencia
<i>Callistemon citrinus</i>	Cepillo rojo	2
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1
<i>Acacia dealbata</i>	Acacia	9
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**x. Pozo de ventilación 13**

En esta área de parque, se encontraron 6 árboles de 3 especies con un diámetro promedio de 25,84 cm de DAP y un altura promedio de 9 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente.

**Tabla 35 Inventario Pozo de Ventilación 13**

Especie	Nombre común	Frecuencia
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	3
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	3
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

Las especies serán retiradas y su biomasa será integrada a los suelos erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

*Cupressus macrocarpa*, *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* al ser especies introducidas no se considerarán dentro de la compensación, pero si dentro de las actividades de reconformación de áreas de esparcimiento, tal como se describe a continuación.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Requisitos para el manejo de topsoil (remoción y mantenimiento)**

- (1) El topsoil es la parte superficial del suelo (hierbas, raíces y tierra) que será removido durante la fase de construcción del Proyecto.
- (2) La maquinaria debe extraer el topsoil sin dañarlo. El manejo y acopio equivocados del topsoil pueden influir en la pérdida significativa de cualidades. Por lo tanto se deben aplicar procedimientos de control de calidad para el momento de remoción, almacenamiento y colocación posterior para su uso en reconformación o revegetación de áreas. Estas medidas serán ejecutadas por el personal de operadores de maquinarias, previo a una capacitación por el Departamento Ambiental.
- (3) El topsoil se almacenará de manera temporal en las zonas aledañas a la construcción, para usarlo posteriormente en la reconformación del área construida (de ser necesario) o en sitios destinados para su acopio temporal y su uso posterior en las actividades de revegetación.

**b. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.
- (4) Retiro de árboles y compensación Esta medida se aplicará para los 97 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares a las afectadas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado (excepto *Juglans neotropica*

del cual se sembrarán 5 individuos). Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 97 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

**y. Estación Jipijapa**

En esta área de parterre, se encontraron 23 árboles de 3 especies con un diámetro promedio de 22,45 cm de DAP y una altura promedio de 11 metros. La evaluación de condición de los árboles tuvo un puntaje de 5 que corresponde a una condición excelente tanto en el año 2012 como en la actualización del año 2015.

**Tabla 36 Inventario Parada Jipijapa**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Ligustrus japonicum</i>	Trueno	1
<i>Populus alba</i>	Álamo Blanco	19
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	3
Condición fitosanitaria 2012	Excelente	
Condición fitosanitaria 2015	Excelente	

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

Las especies serán retiradas y su biomasa será integrada a los suelos erosionados del Distrito Metropolitano de Quito.

Las medidas de mitigación sugeridas para esta estación, de acuerdo a sus características particulares, son las siguientes:

**a. Protección individual de árboles circundantes**

Esta medida se aplicará para árboles individuales que no vayan a ser afectados directamente por las actividades del proyecto, pero que sin embargo estén cerca del área de influencia directa (en un radio de 5 m), a través de las siguientes actividades

- (1) Se dará protección a los árboles que no están en el área de influencia directa mediante balizamiento con una cinta plástica que sirva como límite del área de construcción
- (2) protección de árboles que están muy cerca del área de influencia directa del proyecto, a través de un forrado con tablillas de madera (puede ser caña guadua), con la finalidad de evitar posibles daños mecánicos al tronco por golpes o rajaduras hechas por la maquinaria de construcción.
- (3) una vez terminadas las actividades constructivas, se retirarán la cinta plástica y las tablillas de protección.

**b. Retiro de árboles y compensación**

Esta medida se aplicará para los 23 árboles que están en el área de influencia directa de las áreas destinadas a la construcción de la estación, tomando en cuenta que son representativos y de importancia ecológica para el ecosistema urbano forestal. Al ser árboles con una altura mayor a 5 m y con un estado fitosanitario excelente, se propone la compensación a través de la siembra de nuevas plántulas de especies nativas.

La idea de la compensación contempla un plan de reforestación basado en el siguiente criterio: que por cada árbol, que luego de una exhaustiva evaluación técnica se observe que el retiro es la única opción, se siembren en áreas ecológicamente similares a las afectadas. Al menos una (1) plántula por cada árbol retirado. Se consideraron las especies descritas en la tabla anterior, porque tienen importancia ecológica (p.ej.: hábitat para aves) y paisajística. Con esta finalidad se desarrollarán las siguientes actividades:

- (1) La identificación de los 23 árboles representativos (mayores a 5 m) y con un estado fitosanitario actual excelente.
- (2) La tala de los árboles será realizada por técnicos especialistas para evitar daños a las áreas aleñadas (cableado, infraestructura urbana, etc.);
- (3) trozado y acopio en áreas destinadas para almacenamiento, que no afecten a la capa vegetal;
- (4) aserrado para obtener madera que se puede utilizar como infraestructura verde (postes, asientos, juegos infantiles) como en el caso del ciprés y el pino;
- (5) identificación y selección de especies de plantas para la compensación para realizar la siembra en compensación de los árboles retirados

#### **z. Estación El Labrador**

En la inspección realizada en el 2015 no se registró especies de árboles porque la estación está construida. En tal virtud, en esta estación no se proponen medidas de mitigación.

#### **6.3.1.28. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.29. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de árboles retirados}}{\text{No. de árboles sembrados}}$

#### **6.3.1.30. Medio de Verificación**

- Registro fotográfico. En el que se indicarán las especies retiradas y las sembradas.
- Registros de remoción y siembra de árboles. Ficha de revegetación en la que se indicarán las áreas que han sido revegetadas (con coordenadas), el número y especies totales sembradas en cada área verde.

#### **6.3.1.31. Plan de prevención y mitigación de impactos a la movilidad y accesibilidad urbana**

Con el fin de reducir el impacto por obstrucción de vía o efecto barrera, tanto para el tráfico como para los peatones se llevarán a cabo las siguientes medidas:

- a) Se establecerá una línea básica de tránsito, en la que se asegurará que no habrá cortes ni alteraciones.
- b) Se definirá de forma clara el plan de desvíos de tráfico, las vías que quedarán obstruidas o alteradas y el tiempo de duración de las mismas. Este plan incluirá también las áreas que se habiliten temporalmente para cierto uso de viandantes. Este plan será previamente aprobado por Metro de Quito.

- c) Las líneas de buses, trole y otros transportes, serán reestructuradas para evitar las zonas de obra, siempre respetando la similitud y cercanía al trayecto real.
- d) Para los peatones se instalará dispositivos y señalización, con el fin de crear el menor malestar posible.
- e) La contratista encargada de la obra deberá presentar a Metro de Quito un plan vial que deberá integrar rutas, horarios y procedimientos para garantizar mínimos impactos al tráfico de la ciudad. Este deberá ser previamente aprobado por Metro de Quito previo inicio de actividades.

Las medidas para el desvío del tráfico y la señalización de vías se coordinarán con las instituciones encargadas de movilidad, el fin de minimizar molestias, evitar accidentes de tráfico y atropellos de peatones. Las medidas mencionadas se definirán en coordinación con las autoridades locales de movilidad y seguridad.

Las características de la señalética utilizada deben estar acorde a la NTE INEN – ISO-3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad y las medidas establecidas en el Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del presente documento.

**6.3.1.31.1. Localización**

Concretamente las vías que se verán afectadas por cortes y desvíos de tráfico por las obras de construcción en algunas de las estaciones son las siguientes:

**Tabla 37 Localización de las estaciones y sus afectaciones**

ESTACIÓN	AFECTACIÓN
<u>Estación Quitumbe</u>	Dársenas y acceso actual a la terminal  Parcelas privadas en el área destinada a los patios
<u>Estación Recreo</u>	En la estación del recreo se verán afectados los talleres de bus y troles, así como las dársenas que se encuentran hoy en la estación de El Recreo.

ESTACIÓN	AFECTACIÓN
<u>Estación de la Magdalena</u>	En la estación de La Magdalena está previsto demoler edificios e instalaciones que se encuentran en toda la manzana en la que se ubicará la estación
<u>Estación de la Magdalena</u>	En la estación de La Magdalena está previsto demoler edificios e instalaciones que se encuentran en toda la manzana en la que se ubicará la estación.
<u>Estación de San Francisco</u>	En cuanto a la Estación de San Francisco y el centro histórico de Quito, solo se verá afectado el edificio donde se construirá el acceso a la estación, el cual se encuentra en la calle Sucre.

**Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.**

En este último caso se han extremado los análisis de alternativas debido a la importancia de la afectación al patrimonio cultural en estas zonas, por lo tanto, de esta forma se minimizan las mismas, ya que las obras en superficie en dicho área se limitan a la construcción de la boca de metro y un par de pozos de extracción de tierras.

Además de las obras de construcción de las estaciones, otras infraestructuras que tendrán efectos en superficie son las zonas de reserva, lugares que se dejarán habilitados para la posible construcción de estaciones en el futuro, o bien los pozos de ventilación, bombeo y las salidas de emergencia, así como los pozos de ataque y extracción, acciones en superficie que se encuentran detalladas en los correspondientes planos del proyecto.

#### **6.3.1.31.2. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

### **6.3.1.31.3. Indicadores**

No aplica

### **6.3.1.31.4. Medios de verificación**

- ✓ Plan de Movilidad
- ✓ Registros fotográficos

### **6.3.1.32. Plan de prevención y mitigación de impactos paisajísticos**

Las medidas de aplicación durante la fase de construcción son las siguientes:

En las áreas verdes, realizar el desbroce estrictamente necesario de aquellas áreas donde se instalarán las estructuras de la Primera Línea del Metro.

- Restaurar las zonas verdes afectadas tras la realización de las obras.
- Implantar en la medida de las posibilidades nuevas zonas verdes en las zonas afectadas por las obras.
- Aprovechar las áreas de acceso a las estaciones para establecer parques y jardines que ofrezcan un ambiente que contribuya a reducir el impacto visual de las instalaciones del Metro.
- Las zonas de obra en superficie se dotarán de vallados perimetrales que actúen como barreras visuales junto a las zonas más frecuentadas por las personas. Estas vallas podrán ser decoradas por artistas locales al objeto de mejorar su integración paisajística.
- En la Plaza de San Francisco y estaciones cercanas a elementos singulares del patrimonio cultural durante las obras se habilitarán pasillos, aéreas, infraestructuras que permita la contemplación del patrimonio cultural allí presente.
- Las bocas de metro se diseñarán para integrarse en el medio urbano y arquitectónico de la zona de ubicación.

### **6.3.1.32.1. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.32.2. Indicadores**

No aplica

#### **6.3.1.32.3. Medios de verificación**

- ✓ Registros fotográficos

#### **6.3.1.33. Plan de prevención y mitigación de impactos al Patrimonio cultural**

##### **6.3.1.33.1. Medidas Preventivas**

En relación al componente arqueológico se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Realizar el monitoreo arqueológico: Esta medida se ejecuta de forma paralela a la remoción de suelos que se realiza para las obras de infraestructura. El monitoreo arqueológico se efectúa para recuperar alguna evidencia arqueológica o información que aún subsista en el subsuelo, luego de haber cumplido con la prospección y el rescate.
- En cuanto a las edificaciones del centro histórico, declaradas patrimonio de la humanidad o simplemente de gran valor histórico-cultural, se aplicarán las siguientes medidas preventivas durante la fase de construcción, que buscan proteger el patrimonio urbanístico y arquitectónico.
- Cuando empiecen la tareas constructivas, en zonas no críticas se realizarán monitoreos de prueba para confirmar, o descartar la posibilidad de que se presenten vibraciones a nivel superficial. Esto permitirá de ser el caso, coordinar las acciones necesarias con el IMP para la implementación de protecciones específicas en puntos críticos antes del paso de las excavaciones del túnel.
- Aquellos sitios más cercanos al área de influencia directa del proyecto, que sean considerados de interés patrimonial, serán inspeccionados con anterioridad y durante el paso de la excavación de túnel; con la finalidad de verificar el estado de los mismos, monitorear si existe presencia de vibraciones y en el caso de requerirse se coordinará las medidas de protección necesarias con el IMP.

- Se instalarán elastómeros en las zonas sensibles del centro histórico para reducir las vibraciones, el número y tipo que se requiera.

#### **6.3.1.33.2. Medidas correctoras y compensatorias**

Si durante el control y monitoreo arqueológico de esta fase de obra se realizasen descubrimientos arqueológicos, se desarrollará una propuesta de conservación en base a un estudio interdisciplinar de los bienes arqueológicos muebles recuperados y por recuperarse en el Proyecto de arqueología de Metro Quito. Además con esto se actualizará el Plan de Manejo de Bienes Culturales. Así mismo si se realizasen descubrimientos arqueológicos durante esta fase se procederá a su Puesta en Valor social, como se ha definido en la fase de diseño de este plan.

En el caso que ocurriera algún deslizamiento, hundimiento o derrumbe que ocurriesen próximas a las edificaciones identificadas, podrían perjudicar parcial o totalmente su cimentación y/o estructura. En ese caso se recomienda lo siguiente:

- El Contratista deberá cumplir con los requisitos definidos por las autoridades competentes, según el tipo de perforación realizada, en cuanto a distancia de áreas residenciales y estructuras, incluyendo en esta última los Monumentos Históricos y los Recursos Patrimoniales, y que además se cumpla con todos los estándares locales e internacionales referentes a vibraciones derivadas del proceso constructivo.

Si fuese necesario, se deberá ejecutar un Plan de Restauración y/o Rehabilitación de aquellos Monumentos Históricos o Recursos Patrimoniales que pudieran haberse visto afectados por la construcción.

#### *Estaciones de la Primera Línea del Metro en el Centro Histórico de Quito*

El trazado de la Primera Línea de Metro de Quito atraviesa por el Centro Histórico de Quito (CHQ). El Centro Histórico de Quito es Patrimonio Cultural de la Humanidad declarado por la UNESCO en 1978. Por este motivo, y con el deseo de preservar de la mejor manera este patrimonio, se ha hecho todo tipo de estudios para tener como resultado el menor impacto posible sobre la infraestructura actual, sus habitantes y usuarios durante la construcción del proyecto y su futuro funcionamiento.

Entre los estudios realizados en el CHQ, uno de los más importantes es el de las vibraciones en el sector, junto con un estudio de la estructura actual de cada una de las edificaciones que se encuentran en la zona de influencia del trazado y en la franja de influencia. Con respecto a las vibraciones, el estudio detecta vibraciones que actualmente existen en ciertas zonas del CHQ, la Plaza de la Independencia es un punto en el que se diagnostica una posible afección, por lo que se ha diseñado y presupuestado colocar en toda el fragmento del trazado que atraviesa el CHQ una manta elastomérica bajo el hormigón del túnel, este material es un sistema que consigue la disminución de transmisión de vibraciones y ruido causado por el paso del tren cuando esté en funcionamiento. Por otro lado se ha inventariado toda la infraestructura ubicada

bajo el trazado y en la franja de influencia. Se va a analizar la estructura y condiciones actuales de las construcciones existentes para controlar que no haya ni un daño durante la obra y cuando se ponga en funcionamiento el proyecto.

En el caso del acceso principal a la estación de San Francisco que se encuentra dentro de la casa esquinera se aprovecha el espacio para rehabilitar y recuperar la casa. Se ha hecho un levantamiento arquitectónico de cómo está la construcción actual y en un estudio de su estructura se puede leer el funcionamiento de la casa en su pasado, es por esto que se quiere recuperar el patio interno, la esencia de la casa y ponerle en uso para uso de la ciudadanía, aprovechando el ingreso a la estación y el flujo de gente que atravesará por este espacio.

El interior de las estaciones se mantendrá con el mismo diseño que tiene el resto de las estaciones a lo largo del trazado. Lo que se hará en estas estaciones es ambientar estos espacios con el lenguaje del sector. Se quiere utilizar materiales nobles con respecto a la historia del espacio, sin embargo se notará que es una intervención moderna para fusionar el pasado y el presente en un solo espacio. Los acabados que se identifican a seguir se colocarían en estas tres estaciones mencionadas anteriormente. En la superficie, las gradas de acceso al vestíbulo se utilizarán peldaños de piedra natural flameada, continuando con este material hasta las puertas de ingreso a la estación. Este material (Piedra Laja) se ha identificado actualmente en la casa de la Plaza de San Francisco en ciertas zonas de la planta baja, por lo que se quiere recuperar este material y mantener una continuidad hasta el ingreso de la estación. Las paredes del ducto que bajan al vestíbulo de la estación serán de chapado de piedra, y los paneles de acero vitrificado serán sustituidos por PVC maderada, para mantener la misma función. Se propone en las puertas principales poner aluminio maderada, eliminando el color aluminio y con el tono maderada darle ambiente y uniformidad con el sector y su historia.

Este fragmento del trazado que atraviesa el CHQ es la única parte del trazado que se construirá con el método convencional. Debido a la historia que se desarrolló en el sector, durante la obra y el periodo de excavación habrá de planta un arqueólogo in situ para identificar cualquier tipo de resto arqueológico que se puede encontrar en el proceso de excavación, en caso de encontrar algún resto, continuar con el proceso necesario para preservar y recuperar cualquier tipo de vestigio.

Para concluir, se ha tomado en cuenta y se quiere respetar el entorno del CHQ en el que se va a intervenir por el proyecto de la Primera Línea de Metro. Lo que queremos lograr es preservar los paisajes urbanos actuales e introducir nuevos diseños y materiales que sean compatibles con estos paisajes tradicionales. Con estos tres ingresos a estaciones pertenecientes al Metro se potencializará el turismo de la zona, por ende el desarrollo económico para los usuarios y residentes del sector. Se trabaja desde ya en conjunto con los diferentes institutos municipales para obtener los resultados propuestos y aportar con la conservación del Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Forma parte del presente Plan de Manejo Ambiental, el Plan de Rescate Arqueológico del Metro de Quito, de las áreas especiales Quitumbe, Cocheras y El Ejido, que se encuentra en el Anexo 5.

#### **6.3.1.33.3. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.1.33.4. Medidas de verificación**

- Informes del equipo arqueológico de cada una de las medidas que se realicen y en todas las fases del proyecto
- Se visitarán las obras de forma periódica
- Cuando terminen las obras se verificará visualmente que los edificios de interés del centro histórico no han sido afectados

#### **6.3.1.33.5. Indicadores**

- Existencia de accidentes, derrumbes, o cualquier deterioro de edificios históricos o restos arqueológicos
- Valor económico e histórico de los propios restos y cantidad de elementos obtenidos
- Fotografías del antes y el después en los edificios y monumentos históricos de gran valor.

### **6.3.2. Plan de Manejo de Desechos**

#### **6.3.2.1. Objetivos**

Los Objetivos del Plan de Manejo de los Desechos Sólidos son:

1. Cumplir con las regulaciones ambientales vigentes
2. Eliminar o minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio ambiente

3. Reducir los costos asociados con el manejo de los desechos sólidos y la protección al medio ambiente
4. Realizar un inventario y monitorear los desechos generados en la fase de construcción
5. Disponer adecuadamente los desechos según las regulaciones ambientales vigentes

El plan de manejo de desechos estará enfocado en tres principios básicos:

- Reutilización
- Reciclaje
- Disposición final

#### 6.3.2.2. Medidas generales

##### Definiciones:

Las definiciones han sido tomadas de la NTE INEN 2841-2014-03 GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS.

**Residuos orgánicos.** Son residuos biodegradables (se caracterizan porque pueden descomponerse naturalmente y tienen la característica de poder transformarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos, etc.

**Residuos Reciclables.** Residuo sólido susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos.

**Residuos No Reciclables.** Equivalente a desecho. Residuo sólido no susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos cuyo material no puede ser sometido a procesos de transformación para la elaboración de nuevos productos.

**Residuo no peligroso.** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad con base en características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico - infecciosas explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no

tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado.

**Residuos especiales.** Aquellos residuos que se encuentran determinados en el listado Nacional de Desechos Especiales, lo que implica que la regularización ambiental para su gestión, transporte, almacenamiento y disposición final serán regulados de acuerdo a los lineamientos técnicos específicos establecidos en base a la legislación ambiental vigente; que sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reutilización y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de residuos generado.

**Residuo peligroso** Los residuo sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico – infecciosas, explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables.

Los desechos generados en la fase de construcción serán separados y clasificados de acuerdo al tipo de residuo, teniendo:

- Orgánicos
- No reciclables/ no peligrosos
- Reciclables
- Especiales
- Peligrosos

#### **6.3.2.2.1. Tipos de residuos**

Los desechos que se generaran durante la fase de construcción serán:

**Tabla 38 Tipo de desechos**

Tipo de desecho	Desechos
<b>Orgánico</b>	<p>Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.</p> <p>Material de desbroce, de movimiento de tierra y tierra procedente de las excavaciones a realizarse.</p>
<b>Desechos no reciclables/ no peligrosos</b>	<p>Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida, cartón, madera, metal, plástico, vidrio</p>
<b>Reciclables</b>	<p>Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (Vidrio, plástico, papel, cartón, madera, entre otros).</p> <p>Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.</p> <p>Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos</p> <p>Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.</p>
<b>Especiales</b>	<p>Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.</p>
<b>Peligrosos</b>	<p>Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B</p>

Elaborado por: Ecosambito, 2015

Fuente: NTE INEN 2841-2014-03

#### 6.3.2.2.2. Manejo de residuos

El procedimiento para el manejo de residuos tendrá las siguientes fases:



Elaborado por: Ecosambito, 2015

#### A. Recolección y clasificación de residuos

- ✓ Se procederá a la separación en la fuente de los residuos y su almacenamiento secundario en recipientes ubicados en cada área y/o frente de trabajo.
- ✓ Los recipientes para el almacenamiento secundario contarán con rotulación, en sitios visibles, fácil acceso, superficies planas y deberán contar con un sistema fácil de traslado de un sitio a otro.
- ✓ Los recipientes deberán encontrarse debidamente tapados y limpios, y deberán contar con fundas que permitan su retiro fácilmente.
- ✓ Las áreas de almacenamiento secundario estarán en condiciones higiénicas y sanitarias adecuadas.
- ✓ La separación correcta de los residuos y su eficiencia estarán vinculados a la capacitación del personal que forma parte de la obra, el detalle de capacitaciones y sus características se detallan en el Plan de Capacitación del presente documento.
- ✓ Un Plan de Manejo de Desechos apropiadamente planeado y ejecutado reducirá el potencial de daño al medio ambiente, por lo que una correcta formación de los trabajadores, y una adecuada difusión del Plan es de vital importancia para el éxito en su aplicación.
- ✓ Los recipientes deberán ser de materiales resistentes (plástico).
- ✓ Los volúmenes de residuos entregados a gestores ambientales autorizados y enviados a su disposición final deberán estar registrados.
- ✓ Los registros de residuos deberán ser reportados en un informe trimestral que se entregará a la fiscalización de la obra y a ser aprobado por Metro de Quito.

**Tabla 39 Formato de registro a ser utilizado**

REGISTRO DE RESIDUOS				
Fecha/ Desde:		Hasta:		
Tipo de residuo	Frente de obra (Referencia)	Volumen (Kg)	Disposición final	Responsable

Elaborado por: Ecosambito, 2015

**B. Almacenamiento temporal**

El almacenamiento de los desechos sólidos se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental. El almacenamiento de residuos se lo realizara a través de puntos limpios.

El almacenamiento se produce en tres etapas:

**Almacenamiento primario:** este se ejecuta en el lugar de generación. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área en particular.

**Almacenamiento secundario:** este se ejecutara en locales o áreas específicas en los frentes de obra previa al almacenamiento final.

**Almacenamiento terciario o final:** este se aplica en un lugar destinado para este fin en la instalación previo a la transportación hacia el tratamiento o destino final. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que realiza la instalación. Estos sitios de almacenamiento serán designados como Puntos Limpios.

**Ilustración 37 Diseño Punto Limpio**



Fuente:

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/exe/leccin\\_32\\_principios\\_e\\_instalaciones\\_de\\_almacenamiento.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/exe/leccin_32_principios_e_instalaciones_de_almacenamiento.html), 2015

Los puntos limpios deberán cumplir con las siguientes características y condiciones:

- ✓ Los puntos limpios deberán ubicarse principalmente en zonas planas, alejadas de cuerpos de agua y áreas sensibles (en caso de que aplique)
- ✓ Deberán contar con techo, que resista las condiciones climáticas y muros cortafuegos para el caso del almacenamiento de residuos cortafuegos.
- ✓ Debe contar con suficiente ventilación y adecuada iluminación que permita maniobras en horas de la noche, en caso de ser necesario.
- ✓ El área de ingreso debe contar con rampas que permitan el ingreso de los vehículos de recolección y el ingreso adecuado de los gestores ambientales autorizados. Siendo necesaria siempre una autorización previa.
- ✓ Deberá contar con salida de emergencia, que permita una salida rápida en caso de una emergencia.
- ✓ Deberá contar con rotulación de identificación del área y de las diferentes áreas de almacenamiento.
- ✓ Para determinar su capacidad se deberá considerar un volumen de residuos estimado en base al avance de obra, personal que forma parte de la misma y espacio disponible para el mismo.
- ✓ Deberá contar con señalización de seguridad e identificación de riesgos acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1 y NT INEN 2288.

- ✓ Los recipientes utilizados deberán ser resistentes a las condiciones climáticas existentes y de fácil movilidad.
- ✓ Deberá contar con un kit de emergencias en caso de derrames y o explosiones el mismo que debe mantener material absorbente, pala, pico y recipientes plásticos y demás aplicables a una emergencia.
- ✓ El ingreso al mismo debe estar libre de obstáculos
- ✓ Las áreas de almacenamiento de residuos deberá estar cerrada y con prohibición de acceso de personal no autorizado.
- ✓ Los residuos por ninguna razón serán eliminados fuera del área de almacenamiento ni de los contenedores asignados para este fin.
- ✓ Queda prohibido la eliminación de residuos de ningún tipo en quebradas, cuerpos de agua y zonas de sensibilidad.
- ✓ Queda prohibida la quema de residuos de ningún tipo en los contenedores de almacenamiento o áreas para este fin.
- ✓ Se prohíbe quemar desechos sólidos a cielo abierto
- ✓ Se prohíbe eliminar residuos en sitios de alcantarillas, vías públicas y de viviendas cercanas al proyecto.
- ✓ Los gestores ambientales deberán cumplir con las políticas de manejo de residuos en lo que se relaciona a las políticas internas de Metro de Quito, normativa ambiental aplicables y toda norma que aplique a la actividad que desarrollan.
- ✓ No se permitirá la mezcla de distintos desechos peligrosos entre sí
- ✓ Debe estar alejado de fuentes de calor u otras que puedan provocar igniciones o explosiones.
- ✓ Debe estar cubierto para impedir la mezcla de desechos peligrosos con agua lluvia y contar con pavimento de hormigón.
- ✓ El tiempo de permanencia de cualquier desecho peligroso, generado en la obra, será como máximo de 1 mes. Estos, serán recogidos y transportados mediante gestor autorizado, el cual los trasladará a un vertedero autorizado o planta de tratamiento autorizada.
- ✓ Queda prohibido el lavado de los recipientes de residuos peligrosos dentro del área de almacenamiento.
- ✓ El sitio escogido para ubicar los contenedores de almacenamiento para

desechos sólidos en el servicio ordinario, deberá permitir como mínimo, lo siguiente:

- Accesibilidad para los usuarios.
- Accesibilidad y facilidad para el manejo y evacuación de los desechos sólidos.
- Limpieza y conservación de la estética del contorno.

Para el caso específico de los frentes de obra, se deberá adaptar dos puntos limpios de forma separada de acuerdo al tipo de residuo y su compatibilidad.

- ✓ Área de almacenamiento de residuos peligrosos
- ✓ Área de almacenamiento de residuos orgánicos, reciclables, no reciclables, y especiales

### **Residuos Orgánicos**

#### **Residuos netamente orgánicos**

Estos residuos serán entregados a gestores ambientales autorizados o a su vez podrán ser enviados al relleno sanitario autorizado.

#### **Material de excavación del túnel**

- El material desalojado del túnel, de las estaciones centro-norte (Alameda-El Labrador), será reutilizado en un proyecto de regeneración urbanística en el parque Bicentenario. Este proyecto está a cargo de la EPMMOP, Unidad de Espacio Público.
- El material de desalojo proveniente de las estaciones centro-sur (Estación San Francisco-Quitumbe), serán enviadas a la escombrera de Troje IV de propiedad de la EPMGIRS.
- Las áreas de almacenamiento de material de desalojo deberán estar delimitadas y definidas con señalética que evite el paso de personal no autorizado.
- Este material será dispuesto solo en sitios autorizados previamente por el fiscalizador de obra.
- Todo material que pueda ser reutilizado, bien durante el desarrollo de las obras o tras las mismas, deberá ser aprovechado para minimizar la cantidad de residuos a generar.

#### **Residuos no reciclables/ no peligrosos**

Estos residuos llamados también residuos COMUNES, deberán ser enviados al recolector municipal y/o a un relleno sanitario autorizado. Previo él envío de estos residuos deberán ser clasificados por segunda vez para evitar él envío de posibles materiales reciclables o que pudieran pertenecer a las otras categorías de residuos.

### **Residuos reciclables**

- ✓ Se priorizara el uso de los residuos reciclables dentro de las actividades de construcción.
- ✓ Todos los residuos reciclables deberán ser entregados a gestores ambientales autorizados.
- ✓ Estos deben ser almacenados en un área que cumpla con las características previamente mencionadas, especialmente que eviten la exposición a condiciones climáticas.
- ✓ Estos residuos deberán ser almacenados secos y limpios.

### **Residuos peligrosos**

- ✓ En caso de almacenamiento de residuos peligrosos, se deberá tener en un lugar visible las Hojas de Seguridad de los residuos almacenados, en idioma español.
- ✓ El área de almacenamiento de este tipo de residuos deberá contar con medios de extinción de incendios.
- ✓ Los materiales almacenados deberán estar ubicados de acuerdo a la compatibilidad de materiales, de acuerdo a las características específicas y de peligrosidad.
- ✓ Los recipientes deberán ser resistentes y de preferencia de materiales no inflamables (metálicos)
- ✓ Los recipientes deberán contar con el rombo de seguridad de la NFPA 740.
- ✓ Nunca se deberá almacenar materiales incompatibles dentro de la misma área de almacenamiento.
- ✓ Se deberá dar cumplimiento a la NTE INEN 2266:2013. Segunda Revisión. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Peligrosos. Requisitos
- ✓ La empresa y los proveedores que ofrezcan el servicio de transporte de residuos peligrosos y/o productos químicos deberán contar con las respectivas licencias ambientales.
- ✓ Se deberá obtener el permiso como Generador de residuos peligrosos, esto

estará a cargo directamente de Metro de Quito.

- ✓ Deberá contar con señalización de seguridad e identificación de riesgos acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1, NTE INEN-2288, Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.
- ✓ Los residuos peligrosos por ninguna razón serán entregados a personal no autorizado y que cuente con los respectivos permisos.
- ✓ El área de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos deberá contar con diques perimetrales que eviten posibles derrames, el dique debe tener el 110% de la capacidad total de almacenaje de los recipientes que contienen el residuo.
- ✓ Los contratistas que realicen mantenimientos menores de maquinarias dentro del área del proyecto, deberán reportar la entrega de los residuos peligrosos generados de estos mantenimientos a gestores ambientales autorizados.

### **Residuos especiales**

- ✓ Los residuos especiales deberán ser almacenados en áreas destinadas para este fin, para el caso de materiales inertes (escombros y materiales similares) deberán encontrarse debidamente tapados con lonas, para evitar su dispersión.
- ✓ Los materiales eléctricos en caso de generarse deberán estar cubiertos de la intemperie y evitar su oxidación.
- ✓ Las fundas de residuos especiales deberán contar con algún tipo de señalización o etiqueta que permita diferenciar claramente estos residuos.

### **Vertidos**

- ✓ Los servicios sanitarios de la obra se conectarán con la red de saneamiento municipal. En aquellos casos en los que no sea posible realizar dicha conexión, se planteará la posibilidad de realizar la instalación de servicios químicos cuyos desechos serán recogidos y tratados por un gestor autorizado.
- ✓ En caso de que se produzca un vertido accidental de desechos se procederá a su inmediata limpieza y gestión de acuerdo con sus características. Si se trata de materiales peligrosos líquidos se procederá a su absorción con tierras, serrín u otros absorbentes. Los absorbentes utilizados y el suelo situado por debajo del vertido accidental contaminado se almacenarán en la zona de almacenaje de desechos peligrosos a la espera de su gestión o bien si el volumen es importante se procederá a la retira inmediata por gestor autorizado.

### **C. Tratamiento**

No se realizará ningún tipo de tratamiento de los residuos dentro de las instalaciones y frentes de obra, todos los residuos serán almacenados y entregados a gestores ambientales autorizados para su disposición final.

**D. Disposición final**

La disposición final de los residuos generados se detalla a continuación:

**Tabla 40 Disposición final de los residuos**

<b>Tipo de desecho</b>	<b>Desechos</b>	<b>Disposición final</b>
<b>Orgánico</b>	<p>Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.</p> <p>Material de desbroce, de movimiento de tierra y tierra procedente de las excavaciones a realizarse.</p>	<p>Gestores ambientales autorizados/Relleno sanitario/ Recolección municipal</p> <p>Este material será enviado a la estación Labrador para su reutilización.</p>
<b>Desechos no reciclables/ no peligrosos</b>	<p>Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida, cartón, madera, metal, plástico, vidrio</p>	<p>Relleno sanitario/ Recolección municipal</p>
<b>Reciclables</b>	<p>Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (Vidrio, plástico, papel, cartón, madera, entre otros).</p> <p>Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.</p>	<p>Gestores ambientales autorizados</p>

Tipo de desecho	Desechos	Disposición final
	<p>Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos</p> <p>Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.</p>	
<b>Especiales</b>	<p>Materiales de desalojo.</p> <p>Neumáticos, muebles, electrónicos.</p>	<p>Escombreras autorizadas y sitios definidos para el proyecto.</p> <p>Gestores ambientales autorizados</p>
<b>Peligrosos</b>	<p>Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B</p>	<p>Gestores ambientales autorizados</p>

Elaborado por: Ecosambito, 2015

**E. Transporte de desechos**

- ✓ Una vez el volumen de desecho sea suficiente, se realizará su transporte, especialmente aquellos destinados a plantas de reciclaje u a otros gestores autorizados, se realizará de manera cuidadosa evitando su caída al suelo en la ruta (adecuadamente señalizada) hacia los sitios de disposición final. Además, los vehículos dispondrán de características para evitar precisamente de dispersión de desechos (lonas o similares).
- ✓ Los vehículos destinados al transporte de desechos sólidos se emplearán exclusivamente para este tipo de actividad y se cumplirá con su capacidad de carga sin excederla.

- ✓ Los conductores se abstendrán de realizar paradas no justificadas, ajustándose al programa de operación establecido.
- ✓ Los vehículos de transporte de desechos sólidos deberán someterse a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, con limpiezas periódicas. El mismo que serán realizados por los responsables del transporte y se presentara los respectivos respaldos al fiscalizador de la obra.
- ✓ Se registrarán tanto los contenedores transportados y su contenido como los camiones en caso de ser transportados directamente sobre el vehículo para contabilizar los volúmenes generados. Información que será recogida en el registro pertinente.
- ✓ Como se ha comentado con anterioridad, para el transporte de desechos peligrosos se utilizarán tanques y/o contenedores en buenas condiciones. Todos los líquidos residuales se almacenarán en contenedores o tanques cerrados. Éstos no deberán estar llenos hasta el tope, y deberá dejarse un margen de 10 cm para la expansión.
- ✓ Todos los desechos peligrosos serán transportados fuera de los límites de las instalaciones de trabajo, para su posterior tratamiento o depósito. Esta actividad deberá ser documentada, y además se dispondrá de Hojas de Seguridad para el Transporte de Desechos Peligrosos de acuerdo a sus diferentes tipos.
- ✓ Para el transporte como tal, se cumplirán las características del transporte de desechos peligrosos señaladas en la Norma Técnica INEN 2266 de Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, en lo referente a:
  - Tipo, capacidad y dimensiones de la carrocería y características del vehículo que permita contener o estibar el material peligroso de tal manera que no se derrame o se escape.
  - Elementos de carga y descarga, compuertas y válvulas de seguridad, de emergencia y mantenimiento.
  - Señalización e identificación del desecho que transporta y luces reglamentarias
  - Sistemas de alarmas, aviso en caso de accidentes y sistema de comunicación para emergencias.
  - Equipo básico de emergencia para control de derrames
  - Personal capacitado para atención de emergencia.
- ✓ Durante el traslado de contenedores y para su carga y descarga se utilizarán equipos de protección personal que tendrán un uso y mantenimiento adecuado

para prolongar su tiempo de vida útil, pero una vez agotada, estos equipos se dispondrán y tratarán como desechos peligrosos por lo que su transporte se ajustará en acorde.

#### **6.3.2.2.3. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.2.2.4. Indicador**

Indicador:  $\frac{\text{No. de medidas implementadas}}{\text{No. de medidas planteadas}}$

#### **6.3.2.2.5. Medio de verificación**

- Registros de entrega de residuos
- Licencias y/o certificados ambientales de gestores ambientales
- Registros fotográficos
- Cadenas de custodia de residuos
- Permisos transporte y tratamiento de residuos

### **6.3.2. Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

La empresa Contratista deberá implementar un Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en la etapa de construcción del proyecto, con el objeto de proteger a los trabajadores que laboren en el proyecto del Metro de Quito.

Se deberá establecer y/o aplicar una política seguridad industrial y salud ocupacional, en todas las actividades que se desarrollen durante la etapa de construcción del proyecto, de tal manera que los trabajos se realicen libres de riesgos y accidentes, y si los hay, éstos sean comunicados para su evaluación y posterior adopción de mecanismos para que en el futuro estos se minimicen.

Las políticas seguridad industrial y salud ocupacional establecidas, se extenderán obligatoriamente a todas las empresas subcontratistas que lleguen a ofrecer algún

servicio en el proyecto, haciéndolas responsables de proteger la integridad física de todos los trabajadores.

El personal que participe en la fase de construcción del proyecto Metro de Quito, deberá ser capacitado en aspectos de seguridad industrial, y se les dotará de todos los implementos de trabajo y de protección personal, necesarios e indispensables para evitar y/o minimizar afectaciones a la salud y a la seguridad, de acuerdo a los riesgos a los que se encuentren expuestos.

Para alcanzar los objetivos y las políticas referidas se deberán aplicar los siguientes componentes básicos:

- Efectuar la declaración de una política corporativa y compromiso directivo de la empresa Contratista para con la salud, la seguridad de los trabajadores y los programas de protección ambiental.
- Establecer un programa de entrenamiento y seguridad laboral que cuente a su vez con lineamientos claros de comunicación.
- Formalizar los procedimientos para presentación de informes e investigación de incidentes y accidentes de trabajo.

#### **6.3.2.2. Política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

La política de salud y seguridad de la empresa Contratista, se aplicará en todas las actividades de la fase de construcción del proyecto Metro Quito, para lo cual, la compañía deberá comunicar lo antes referido, a todos los trabajadores que participen en el proyecto.

La política de seguridad industrial y salud ocupacional, debe establecer el deseo por parte de la empresa Contratista de lograr un lugar de trabajo libre de accidentes mediante el cumplimiento de todos los requerimientos reglamentarios, comunicación de los potenciales peligros y riesgos, entrega de equipos de protección y realización de entrenamientos periódicos los trabajadores.

La política definirá igualmente las expectativas de la empresa Contratista respecto a sus empleados y subcontratistas, responsabilizándoles de proteger la salud y seguridad propias y de sus trabajadores.

#### **6.3.2.3. Vigilancia de la Salud de los Trabajadores**

Previo al ingreso del trabajador, la Contratista deberá realizar los exámenes médicos preocupacionales, ocupacionales, reingreso y salida.

La contratista deberá realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores en estricto cumplimiento al Código del Trabajo, Reglamento de Salud y Seguridad, Instrumento Andino de Salud y Seguridad y demás normativa aplicable.

#### **6.3.2.4. Reuniones de Seguridad y Comunicaciones**

Durante la fase de construcción del proyecto Metro de Quito, la empresa Contratista ejecutará una serie regular de reuniones de seguridad industrial para verificar y asegurar el entendimiento y cumplimiento de los procedimientos ambientales y de seguridad industrial establecidos. La asistencia a estas reuniones será de carácter obligatoria.

De la misma forma, en la fase de operación y mantenimiento del proyecto Metro Quito, la EPMMQ, deberá realizar reuniones con sus trabajadores y subcontratistas para la difusión de las medidas, normas y procedimientos de seguridad y ambientales, y asegurar su correcta aplicación durante esta fase del proyecto.

#### **6.3.2.5. Reportes e Investigación de Accidentes e Incidentes**

En la fase de construcción del proyecto Metro Quito, la empresa Contratista deberá notificar inmediatamente a la entidad respectiva de control, IESS y Riesgos del Trabajo, la ocurrencia de cualquier incidente o accidente de seguridad. De igual forma deberá comunicar de lo sucedido a la EPMMQ como la empresa promotora del proyecto.

En la fase de operación y mantenimiento del proyecto Metro de Quito, se notificará inmediatamente al Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la EPMMQ y esta a su vez al IESS y Riesgos del Trabajo, cualquier incidente o accidente que afecte la integridad física de cualquier trabajador durante esta fase del proyecto.

Posterior a la gestión de riesgos pertinente, deberá efectuar la investigación correspondiente del accidente o incidente ocurrido, aplicando el Procedimiento de Investigación de Accidentes que haya establecido la empresa Contratista y la EPMMQ.

Teniendo como base los registros de accidentes e incidentes, la empresa Contratista y la EPMMQ en las respectivas fases del proyecto, deberán crear un sistema de reporte y estadística para los siguientes casos:

- Fatalidades.
- Heridas y enfermedades ocupacionales.
- Heridas que pueden ser atendidas en el sitio (primeros auxilios).
- Pérdidas o daño a la propiedad (incendios, explosión y accidentes de vehículos).
- Todo incidente que se presente por menor que sea el mismo.

Los reportes y estadísticas permitirán a la empresa Contratista y a la EPMMQ, hacer evaluaciones periódicas orientadas hacia el mejoramiento de los procedimientos y los sistemas de seguridad laboral implementadas en cada una de las fases del proyecto Metro Quito.

### 6.3.2.6. Responsabilidades y Obligaciones

Todos los empleados de la empresa contratista y subcontratistas compartirán las responsabilidades para eliminar los daños personales, fomentar la máxima eficiencia, evitar las interrupciones no planificadas como resultado de accidentes de trabajo durante la fase de construcción del proyecto.

La efectividad en el cumplimiento de estos objetivos dependerá de la participación y cooperación de los administradores, supervisores y empleados, así como de la coordinación de esfuerzos en el desempeño de sus tareas.

Las responsabilidades y obligaciones de cada uno de los intervinientes, para conseguir la eliminación de daños personales son las indicadas a continuación:

#### De la Contratista:

- Inspeccionar periódicamente el proyecto para identificar riesgos potenciales, así como garantizar la implementación de las medidas preventivas necesarias en cada momento.
- Realizar reuniones semanales con los encargados de las diversas tareas, durante todas las fases, para discutir los riesgos asociados a cada una de las actividades y las medidas preventivas y equipos de protección a emplear.
- Verificar que los subcontratistas y su personal cumplan con las medidas de prevención de riesgo y detener cualquier actividad cuya forma de ejecución se considere insegura.
- Evaluar las necesidades de modificación del presente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Investigar cualquier incidente que ocurra relacionado con los riesgos definidos en el presente Plan y verificar que se implementen las medidas necesarias tendientes a evitar la repetición de situaciones similares.

#### De los Subcontratistas:

- Asegurarse de que todos los empleados estén capacitados de forma apropiada sobre los requerimientos de salud y seguridad, y en sus trabajos específicos.
- Cumplir con las regulaciones nacionales y locales del proyecto.
- Reportar lesiones personales, derrames y accidentes, de forma inmediata a la administración del proyecto.
- Concertar reuniones pre-laborales y otras.
- Concertar reuniones semanales sobre seguridad con los encargados de las diferentes áreas del trabajo.

- Concertar reuniones sobre orientación en seguridad laboral con todos los empleados antes de empezar los trabajos y de forma periódica durante la ejecución del proyecto.
- Cumplir con los requerimientos de los equipos de protección personal.
- Realizar inspecciones periódicas de los equipos.
- Efectuar investigaciones sobre los accidentes para la descripción, detección de causas y prevención de lesiones que requieran primeros auxilios o que requieran ser atendidas por un médico.
- Efectuar investigación sobre los accidentes para prevenir daños a los equipos.
- Documentar mensualmente inspecciones en la obra.
- Dotar de personal entrenado y de equipos de protección contra incendios, inspeccionando los mismos de forma periódica según la reglamentación vigente.
- Dotar al personal de campo con equipos de comunicación.
- Indicar en las distintas zonas de trabajo información y números de teléfono de emergencia (médicos, centros de salud, hospitales, policía, bomberos).
- Requerir que las reuniones de análisis de seguridad se lleven a cabo con todos los grupos de trabajo participantes.
- Efectuar inspecciones mensuales de los equipos de protección personal y herramientas manuales.
- Almacenar los líquidos inflamables de manera apropiada.

De los Trabajadores:

- Cumplir con todas las reglas, regulaciones y normas en la realización de las tareas asignadas.
- Participar en las reuniones sobre seguridad y medio ambiente.
- Reportar todos los accidentes, daños personales y fugas que ocurran.
- Colaborar en investigaciones sobre salud, seguridad y medio ambiente.

**6.3.2.7. Conformación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo.  
Funciones**

Según se indica en el artículo 14 del **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo**, las empresas que cuenten con más de 15 trabajadores deberán conformar un Comité de Seguridad que estará integrado por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores, quienes de entre sus miembros designarán a un Presidente y un Secretario que durarán un año en sus funciones, pudiendo ser reelegidos indefinidamente. Si el Presidente representa al empleador, el Secretario representará a los trabajadores y viceversa. Cada representante tendrá un suplente elegido de la misma forma que el titular y que será principalizado en caso de falta o impedimento de éste.

Las empresas que dispongan de más de un centro de trabajo, conformarán subcomités de Seguridad e Higiene a más del Comité, en cada uno de los centros que superen la cifra de diez trabajadores, sin perjuicio de nominar un comité central o coordinador.

Para ser miembro del Comité se requiere trabajar en la empresa, ser mayor de edad, saber leer y escribir y tener conocimientos básicos de seguridad e higiene industrial.

Los representantes de los trabajadores serán elegidos por el Comité de Empresa, donde lo hubiere; o, por las organizaciones laborales legalmente reconocidas, existentes en la empresa, en proporción al número de afiliados. Cuando no exista organización laboral en la empresa, la elección se realizará por mayoría simple de los trabajadores, con presencia del Inspector del Trabajo.

Los titulares del Servicio Médico de Empresa y del Departamento de Seguridad, serán componentes del Comité, actuando con voz y sin voto.

Todos los acuerdos del Comité se adoptarán por mayoría simple y en caso de igualdad de las votaciones, se repetirá la misma hasta por dos veces más, en un plazo no mayor de ocho días. De subsistir el empate se recurrirá a la dirimencia de los Jefes de Riesgos del Trabajo de las jurisdicciones respectivas.

Las actas de constitución del Comité serán comunicadas por escrito al correspondiente Ministerio, así como al empleador y a los representantes de los trabajadores. Igualmente se remitirá durante el mes de enero, un informe anual sobre los principales asuntos tratados en las sesiones del año anterior.

El Comité sesionará ordinariamente cada mes y extraordinariamente cuando ocurriere algún accidente grave o al criterio del Presidente o a petición de la mayoría de sus miembros.

Las sesiones deberán efectuarse en horas laborables. Cuando existan Subcomités en los distintos centros de trabajo, éstos sesionarán mensualmente y el Comité Central o Coordinador bimensualmente.

Las funciones del Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo de cada Empresa son las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones sobre prevención de riesgos profesionales.

- Analizar y opinar sobre el Reglamento de Seguridad e Higiene de la empresa, a tramitarse en el correspondiente Ministerio. Así mismo, tendrá facultad para, de oficio o a petición de parte, sugerir o proponer reformas al Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la Empresa.
- Realizar la inspección general de edificios, instalaciones y equipos de los centros de trabajo, recomendando la adopción de las medidas preventivas necesarias.
- Conocer los resultados de las investigaciones que realicen organismos especializados, sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que se produzcan en la empresa.
- Realizar sesiones mensuales en el caso de no existir subcomités en los distintos centros de trabajo y bimensualmente en caso de tenerlos.
- Cooperar y realizar campañas de prevención de riesgos y procurar que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en dicha materia.
- Analizar las condiciones de trabajo en la empresa y solicitar a sus directivos la adopción de medidas de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Vigilar el cumplimiento del presente Reglamento y del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo.

#### **6.3.2.8. Identificación de Riesgos y Medidas de Prevención Asociadas**

Las actividades que se desarrollarán a cabo principalmente durante las fases de construcción, operación y mantenimiento, y cierre de la construcción de la primera línea del Metro de Quito, implican condiciones que podrían presentar situaciones de riesgos con consecuencias para el personal que trabaja en la obra, los equipos e infraestructuras, los residentes de las viviendas en el entorno y para el ambiente.

En este apartado se van a evaluar los riesgos y peligros inherentes a las diferentes fases de desarrollo del proyecto de forma que de ocurrir un incidente relacionado con estos, se necesitaría la activación del Plan de Contingencias, es decir, aquellos que provocarían una situación de emergencia. Se incluirán además las medidas de seguridad e higiene que deberán ser mantenidas en todo momento para prevenir la afectación de la salud de los trabajadores de la obra. Los principales riesgos a analizar son los siguientes:

##### **6.3.2.8.1. RIESGOS FÍSICOS**

Se indican a continuación, los principales riesgos físicos considerados así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgo Eléctrico:**

Está relacionado con la necesidad de establecer instalaciones eléctricas temporales mientras se realizan las actividades de construcción, mantenimiento eléctrico y el

proceso de operación de generadores portátiles. La principal consecuencia de este riesgo sería la electrocución del personal involucrado en estas tareas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Contratación de personal cualificado para la realización de trabajos eléctricos.
- Definición y divulgación de procedimientos claros para la ejecución de trabajos eléctricos.
- Utilización de herramientas en buen estado.
- Cumplimiento de la normativa y reglamento para Instalaciones Eléctricas.
- Empleo de extensiones eléctricas alimentadas de circuitos protegidos por interruptores automáticos (breakers) con protección de falla a tierra (GFCI) o de tomacorrientes con GFCI's.

#### **Riesgo por Uso de Equipos Mecánicos:**

Se refiere a los diversos equipos que se utilizarán durante las diversas fases del proyecto de construcción y la posibilidad de ocasionar atropellamientos a los trabajadores, cortaduras y magulladuras. Se incluye igualmente las operaciones de apoyo tales como los vehículos de transporte de materiales e insumos, y la operación de equipos con partes móviles o el mal uso de máquinas herramientas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Manejo de máquinas y herramientas sólo por personal capacitado. Se hace preciso la verificación de la certificación.
- Uso de equipos y máquinas herramientas en buen estado y con los protectores adecuados.
- Delimitación de zonas de seguridad respecto a la circulación de máquinas y vehículos.
- No sobrepasar en el sitio de la construcción y con los vehículos en carga interna (durante la operación) velocidades de 15 km/h.
- Utilizar conos y señales luminosas en zonas de peligros.

#### **Riesgos por Exposición a Elementos Naturales:**

Se refiere al trabajo en terrenos propensos a derrumbes, deslizamientos e inundaciones.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Solicitar al personal caminar con precaución y evitar pendientes o terrenos resbaladizos.
- Exigir el uso de calzado adecuado.
- Utilizar redes y mallas que prevengan el deslizamiento de material.

- Identificar las zonas susceptibles a deslizamientos y establecer las zonas de seguridad.

#### **Riesgos de Accidentes Laborales:**

Algunas partes de la obra implicarán la ejecución de trabajos en sitios de más de 2 metros de altura, lo cual conlleva la posibilidad de caer desde esos sitios. Se agrupa dentro de este riesgo la posibilidad de que caigan piezas o maquinarias desde altura con probabilidad de golpear a trabajadores.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Uso de arnés para trabajos en alturas y su anclaje a sitios seguros.
- Uso de redes protectoras.
- Instalación de barandales de protección.
- Identificación apropiada de las capacidades de los equipos de levantamiento de carga.
- Inspecciones periódicas de las condiciones de los arneses, andamios, escaleras, eslingas, zunchos y barandales. Empleo de redes protectoras.
- Empleo de superficies con propiedades antiderrapantes.
- Prohibición de subir a realizar trabajos en alturas con equipo y útiles en las manos.
- Delimitación de zonas de seguridad.

#### **Riesgo de Incendio:**

La utilización de hidrocarburos en el sitio de trabajo (aceites, lubricantes, combustibles, etc.), la posible fuga o intrusión de gases inflamables, la ejecución de trabajos de soldadura y el empleo de equipos que generen calor son algunos de los factores precursores del riesgo de incendio.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Almacenamiento por separado de los tanques de oxígeno y acetileno que se utilicen para los trabajos de soldadura.
- Previo a la realización de los trabajos de soldadura se debe verificar que no existan, próximo al sitio, materiales combustibles.
- En ambientes cerrados y subterráneos, se debe verificar que exista suficiente ventilación y que no existan gases nocivos o inflamables.
- Se debe contar con extintores portátiles en los sitios de trabajo.
- Evitar la acumulación de materiales combustibles, innecesariamente, en las zonas de trabajo.
- Vigilar que las actividades que puedan generar calor o chispas se realicen a una distancia prudencial de materiales combustibles.

- Prohibir fumar en los sitios de trabajo.

#### **6.3.2.8.2. RIESGOS QUÍMICOS**

Se indican a continuación, los principales riesgos químicos considerados así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgos por Emisiones Atmosféricas:**

La ejecución de trabajos durante la construcción u operación en zonas parcialmente cerradas, podría implicar la generación de emisiones atmosféricas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Garantizar que los trabajos de soldadura se realicen en zonas ventiladas.
- Si fuese necesario realizar trabajos de soldadura en zonas poco ventiladas, se debe proveer de protección respiratoria adecuada.
- Para ejecutar cualquier trabajo en espacios confinados se debe contar con una persona que hará las funciones de vigilante y contar con las rutas de evacuación claramente establecidas.
- Previo a realizar trabajos en espacios confinados se debe discutir con el Supervisor los procedimientos a emplear para garantizar la seguridad del trabajador. Se verificará la calidad de la atmósfera como paso previo a la ejecución del trabajo y durante la ejecución según normativa vigente.

##### **Riesgos por Manejo de Sustancias Químicas:**

Un mal manejo de sustancias químicas podría ocasionar la afectación de la salud del trabajador, ya sea por contacto con la piel u ojos, o mediante la respiración de sustancias peligrosas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Tener a disposición del personal, y en las áreas de trabajo, las hojas de seguridad, en idioma español e inglés, respecto a las precauciones a tomar para el manejo de sustancias químicas.
- Capacitar al personal en cuanto al manejo apropiado de las sustancias químicas que utilicen y el equipo de protección personal que se deba utilizar en cada caso.
- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal requerido para el manejo de sustancias químicas.
- Contar en los sitios de trabajo con los equipos, materiales e insumos mínimos requeridos para atender situaciones de emergencia con sustancias químicas.
- Contar en los sitios de trabajo con botellas para el lavado de ojos y agua para situaciones que requieran enjuague o lavado de seguridad.
- Mantener actualizado el inventario de las sustancias químicas que se utilicen.

##### **Riesgos por Derrames:**

Bajo este riesgo se incluye la posibilidad de vertido accidental de insumos y materias primas líquidas e hidrocarburos, principalmente sobre el suelo o cuerpos de agua.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Los trabajos de mantenimiento en las zonas de trabajo deben realizarse al mínimo que sea estrictamente necesario. Si se realizasen labores de mantenimiento en las zonas de trabajo, esto debe ser sobre superficies que cuenten con impermeabilización temporal.
- Cuando se realicen trabajos de mantenimiento en equipos de los cuales pueda drenar combustibles o lubricantes, deben utilizarse tambos para la recolección de dichos fluidos y mantener próximo al sitio materia de contención para derrames.

#### **6.3.2.8.3. RIESGOS ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA**

Se indican a continuación, los principales riesgos específicos para este tipo de obra considerados así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgo de Colapso en la Clave del Túnel:**

Se refiere a la pérdida súbita y segregación de material alrededor del escudo y cabeza cortadora de la tuneladora, especialmente en la clave. Este fenómeno puede ocurrir, especialmente en terrenos compuestos por materiales sueltos, poco compactados y generalmente saturados. El colapso en la clave del túnel podría ocasionar a su vez el hundimiento súbito del terreno y afectar a la calzada en superficie, poniendo en riesgo a los vehículos o personas que circulen por la calzada y aceras, así como a las infraestructuras adyacentes.

El muy rápido avance, sin ejecución de perforación exploratoria por delante del frente de avance y/o el rápido descenso del nivel freático pueden ser factores iniciantes de un colapso súbito.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Realizar sondeos por delante del frente de excavación, de manera permanente
- Realizar monitoreo del nivel freático.
- Monitorizar de manera permanente variables operativas de la tuneladora: presión de cortadores, tasa de avance, presión de inyección de la lechada, registros de cambios de cortadores, etc.

##### **Riesgo de Inundación:**

Se refiere a la inundación del espacio subterráneo, especialmente en tramos de túnel excavados hacia abajo, que no tienen drenaje por gravedad. Irrupciones de grandes volúmenes de agua que excedan la capacidad de bombeo existente y/o fallas en los sistemas de bombeo y/o subdimensionamiento de su capacidad, que podrían ser factores iniciantes de inundaciones.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Instalar y mantener suficiente capacidad de bombeo.
- Realizar drenaje preventivo por delante del frente de excavación.
- Estabilizar el terreno a excavar por delante de la cabeza, mediante inyección de lechada de cemento (grouting) u otros métodos aceptados.
- Monitoreo permanente de caudales de infiltración y caudales bombeados.

#### **Riesgo de Explosión:**

Este riesgo se enfoca hacia las áreas de trabajo que se encuentran cercanas a estaciones de expendido de gasolina o donde existió alguna estación de gasolina y hubiese ocurrido infiltraciones de combustible al suelo.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Identificar las zonas en las que pudiese ocurrir este riesgo.
- Realizar el monitoreo de las áreas identificadas previo a su intervención.
- Verificar que la tuneladora cuente con medidor de gas.

#### **6.3.2.8.4. RIESGO DE AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA**

Se refiere al riesgo de que las operaciones de excavaciones subterráneas, principalmente con tuneladora, puedan causar daños a infraestructura cercana al alineamiento del túnel. Vibraciones, variación del nivel freático, asentamientos o elevación del terreno, colapso en la calve del túnel u otros, podrían ser los causantes de afecciones a edificios, monumentos u otra infraestructura, entre las cuales se incluyen las tuberías de servicios públicos, con los daños consiguientes.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Monitoreo de asentamientos y estado de la infraestructura.
- Control y optimización de parámetros de operación de tuneladora.
- Coordinación, previo al desarrollo de las obras, con los diferentes prestatarios de los servicios públicos, la ruta para el desarrollo de los trabajos de construcción y las medidas a implementar en caso de que por un accidente se afectasen estos servicios.

#### **Riesgo por Caída Total del Suministro de Energía:**

Se refiere al riesgo de suspensión total de los trabajos subterráneos debido a la caída total del suministro de electricidad, debido a fallas/interrupción del sistema de suministro. Este riesgo podría desencadenar otras situaciones como el aislamiento de los trabajadores en el interior de las excavaciones, inundación debido a la imposibilidad de bombeo, e incluso eventual colapso o asentamiento del frente debido a la imposibilidad de colocación oportuna de soporte (dovelas prefabricadas) o de ejecución del drenaje anticipado del frente de excavación.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Contar con sistema propio de generación de electricidad, de suficiente capacidad para atender las necesidades de la construcción (grupo electrógeno auxiliar).
- Capacitación del personal respecto del comportamiento en oscuridad absoluta.
- Dotación de equipamiento para casos de oscuridad absoluta.

#### **6.3.2.9. Regulaciones**

##### **Educación sobre seguridad**

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de educación:

- Instruir a cada empleado a reconocer y evitar condiciones inseguras y sobre las regulaciones aplicables en su entorno de trabajo, para controlar o eliminar cualquier peligro u otra exposición a enfermedades o lesiones.
- Instruir a los empleados requeridos para manejar o utilizar materiales peligrosos; esta instrucción se enfocará en el uso y manejo seguro, así como los peligros potenciales, higiene y medidas requeridas de protección personal.
- Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones referentes al ingreso a espacios confinados o cerrados, instruirlos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos.

##### **Medidas de Higiene y Control de Vectores**

Se indican a continuación, algunos procedimientos que deben implementarse para evitar la proliferación de vectores en las zonas de trabajo durante las actividades de construcción del proyecto.

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de higiene:

- Mantener aseados los comedores, estufas, refrigeradoras y microondas, a fin de evitar que se conviertan en criaderos de microorganismos que puedan afectar la salud de los trabajadores. Se realizarán inspecciones para verificar las condiciones de aseo de estos equipos.
- Los refrigeradores para alimentos deben mantener la temperatura a 5 °C o menos. Los alimentos deben almacenarse en contenedores, no se permitirá ingresarlos en cartuchos, plásticos, papel o loncheras.
- Mantener cubiertos los contenedores mientras se calientan los alimentos, a fin de evitar derrames en el interior.
- No se permitirá el almacenamiento de alimentos, desechos, platos, cartones, herramientas de trabajo y cualquier tipo de envases en los guardarropas.

- Una vez se detecta que un recipiente utilizado para el depósito de residuos sólidos o líquidos no cumple con las condiciones sanitarias requeridas debe desecharse inmediatamente.
- Remover diariamente toda aquella basura que pueda descomponerse, a fin de evitar malos olores, así como la proliferación de insectos y roedores.
- Asegurarse que todos aquellos recipientes en los que se almacene desechos líquidos cumplen con las características necesarias para evitar cualquier derrame.
- Aquellos contenedores de basura orgánica que se coloquen en exteriores deben poseer tapa similar a la forma del contenedor, y su diseño no debe permitir acumulación de agua ya que esto puede provocar la proliferación de insectos.
- Todos los contenedores de basura orgánica deben utilizar bolsas plásticas.

### **Reglas de Orden y Limpieza**

Se indican a continuación, las principales reglas de orden y limpieza a seguir en la ejecución del proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, ya que el buen orden y limpieza es la primera regla para la prevención de accidentes y debe ser una preocupación primordial para todo el personal de la construcción.

Las prácticas de buen orden y limpieza deben ser planificadas al inicio de las obras y deben ser cuidadosamente supervisadas durante la limpieza final de las obras.

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de orden y limpieza:

- Durante la ejecución de las obras, las áreas de trabajo deben estar libres de desechos y escombros de cualquier tipo.
- Los escombros, desechos y materiales en desuso, constituyen factores de riesgo para incendios y accidentes y antes de acumularse deben ser retirados de las áreas de trabajo. La maquinaria, particularmente las retroexcavadoras, deben revisarse para asegurarse que todo el aceite haya sido retirado de las áreas por donde circulan los empleados para prevenir resbalones.
- Se deberán mantener las indicaciones propuestas en las Medidas de Control de Desechos y Basura orgánica. En cuanto al orden y limpieza durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto Primera línea del Metro de Quito, principalmente en el sitio de patio y talleres, es de suma importancia mantener buenas prácticas que eviten situaciones de peligro. Los requisitos mínimos de orden y limpieza, a mantener durante la operación del proyecto, incluyen lo siguiente:
  - Proceder, de forma inmediata, una vez que se finalizan las tareas en las que sea necesario movilizar equipos y materiales, a colocarlos en el almacén correspondiente.

- Limpiar inmediatamente las superficies donde pueda haberse vertido aceite, lubricantes o cualquier otro material que pueda producir resbalones.
- Almacenar correctamente los contenedores, estableciendo zonas específicas por tipo de material, adecuadas a las características y propiedades del material que se almacena (materiales peligrosos), y manteniendo correctas prácticas de almacenamiento.

### **Exposición al Ruido y Vibraciones en el Trabajo**

En obras del proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, en la que se prevé la generación de ruido, sobre todo en los procesos de excavación y demoliciones, la continua exposición al ruido por parte de los trabajadores puede provocar la pérdida permanente de la audición.

En el caso de vibraciones, estas pueden provocar graves daños al sistema nervioso de los empleados que se ven expuestos a estos factores.

Para evitar estas situaciones, la Contratista deberá realizar las siguientes actividades:

- Proveer de protección contra los efectos de la exposición al ruido a los empleados. En la selección del equipo de protección auditiva a utilizar se debe tomar en consideración el nivel de atenuación del mismo (NRR).
- Si el empleado se expone en las 8 horas de trabajo a niveles de ruido por encima de los 85 dBA, se le debe incluir en el programa de conservación auditiva. Como parte de este programa de conservación auditiva se deberán realizar audiometrías al inicio de la relación laboral, y luego en forma semestral.
- Si las variaciones en el nivel de ruido alcanzan el nivel máximo en intervalos de un segundo o menos, éste será considerado continuo.
- La exposición al ruido de impulso o impacto, no debe exceder el nivel pico de presión de sonido de 140 dB.
- Se deberá controlar la exposición del personal que debido al uso de equipos, máquinas y herramientas de trabajo podrían estar sometido a vibraciones. Para ello se deben mantener los equipos e instrumentos de trabajo en perfecto estado mecánico, y si la transmisión de vibraciones fuese inevitable, garantizar que la exposición del trabajador no sea superior a la permitida en la normativa vigente, o bien que el empleado cuente con el equipo de protección personal requerido para ello.

### **Exposición a Sustancias Contaminantes en el Área de Trabajo**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Se deben adoptar medidas preventivas para evitar la exposición del trabajador a sustancias contaminantes y cumplir con los límites máximos de exposición establecidos en la normativa vigente.
- Si no fuese posible evitar o disminuir la exposición del trabajador a sustancias contaminantes, se debe proveer al personal el equipo de protección personal adecuado al riesgo.
- Se deben cumplir con las disposiciones vigentes en materia de protección al trabajador contra la exposición a sustancias contaminantes.

### **Manejo de Líquidos Combustibles e Inflamables y Sustancias Tóxicas**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Utilizar sólo los recipientes y tanques portátiles aprobados para el almacenamiento y manejo de líquidos combustibles e inflamables. Usar contenedores de seguridad de metal para el manejo y utilización de líquidos inflamables en cantidades mayores a un galón, excepción que no debe aplicarse a aquellos materiales líquidos inflamables que son altamente viscosos, los cuales deben manejarse en los recipientes de embarque originales. Para cantidades de un galón o menos, sólo se podrá utilizar el recipiente original o las latas de seguridad de metal para el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables.
- Mantendrá las áreas de almacenamiento libres de malezas, escombros y otros materiales combustibles que no sea necesario almacenar.
- Colocará al menos un extintor de incendios portátil tipo ABC con una capacidad no menor de 20 libras, a una distancia entre 5 y 20 m, en cualquier área de almacenamiento de líquidos inflamables situada fuera del lugar almacenamiento central.
- Queda prohibido almacenar líquidos combustibles e inflamables en espacios confinados y obras subterráneas.
- Asegurar que se coloquen letreros llamativos y legibles que indiquen Prohibido Fumar.
- Asegurarse que los operadores apaguen los motores de todos los equipos que estén cargando combustibles y que no utilicen teléfonos celulares al realizar esta actividad.

### **6.3.2.10. Procedimientos Especiales**

#### **Trabajos con Redes Eléctricas**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Sólo tendrá acceso el personal autorizado y especializado cuando se trate de trabajos en redes de alta y baja tensión.
- Todas las redes eléctricas deberán encontrarse en buenas condiciones y con sus respectivos aislantes.
- Para realizar reparaciones y/o mantenimiento de los centros generadores, lo hará solamente el personal especializado teniendo en cuenta apagar, desconectar y trabar dichos equipos.

Además, la Contratista según el Título Cuarto, Art. 30 del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, deberá cumplir lo siguiente:

- Todos los equipos e instalaciones eléctricas provisionales serán construidos e instalados y conservados por personal especializado previa la autorización de las respectivas empresas eléctricas.
- Antes de iniciar la obra de construcción y su ejecución, se controlará la existencia de algún cable energizado, previniéndose todo riesgo que su presencia pudiera entrañar.
- Todos los elementos de las instalaciones eléctricas tendrán dimensiones y características adecuadas a los fines a destinarse así:
  - a. Resistencia mecánica suficiente; y,
  - b. Resistencia a la acción del agua y polvo, así como a los efectos eléctricos, térmicos y químicos que hayan de soportar.
- Todos los elementos de las instalaciones eléctricas serán instalados fijamente en una parte sólida de la estructura.
- Todo circuito de energía eléctrica contará con seccionador central que permita interrumpir la corriente de los conductores.
- En todas las tomas de corriente eléctrica se indicará claramente la tensión de alimentación y su función.
- Las instalaciones eléctricas estarán protegidas contra los rayos.
- Las personas que hayan de utilizar o manipular equipos eléctricos estarán bien entrenados sobre los peligros que entrañe tal equipo.

Ningún trabajador de la construcción, sin entrenamiento debe realizar conexiones provisionales en los cables de alta tensión ni instalaciones con baja tensión.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto Art. 31, en lo que se refiere a inspección, deberá cumplir lo siguiente:

Se inspeccionará todo el equipo eléctrico antes de su uso:

- a. Para cerciorarse si es el apropiado para el fin de que destine;
- b. De los conductores y cables flexibles;
- c. Comprobar que no estén cortocircuitados los conductores;

d. Que estén conectados a tierra.

- Los electricistas dispondrán de herramientas adecuadas, en número suficiente y de equipo de protección personal como: guantes, esteras y mantas aislantes.
- Mientras no se demuestre lo contrario se considerará que todos los conductores y equipos eléctricos están bajo tensión.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 32, en lo que se refiere a la prueba de las instalaciones, deberá cumplir lo siguiente:

- Toda instalación eléctrica se someterá a inspecciones y pruebas cada tres meses y los resultados se tabularán en un registro de pruebas.
- Mensualmente se someterá a una prueba de buen funcionamiento de los dispositivos de protección contra las pérdidas a tierra.
- Se prestará especial atención:
  - a. La conexión a tierra de los aparatos;
  - b. La continuidad de los conductores de protección;
  - c. Comprobación de la polaridad y resistencia del electro aislamiento;
  - d. Conexiones de los puntos de entrada.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 33, en lo que se refiere a las conexiones a tierra, deberá cumplir lo siguiente:

- Se entiende por puesta a tierra para trabajar o tierras temporales, aquellas que con carácter provisional se unen mediante un conductor eléctrico o una instalación normalmente en tensión y que una vez puesta fuera de servicio, queda preparada para efectuar trabajos sobre ella. Para poner a tierra una instalación, se conectará primeramente los conductores de puesta a tierra a la "toma de tierra" a continuación conectará mediante pértigas especiales a la instalación a proteger;
- Para que la puesta a tierra y en circuito sea más efectiva se hará lo más cerca posible del lugar de trabajo y a ambas partes del mismo;
- Las tierras temporales tendrá un contacto eléctrico perfecto, tanto con las partes metálicas que se desean poner a tierra con la pértiga que constituye la toma de tierra;
- Si la puesta a tierra se hace por medio de seccionadores de puesta a tierra ya establecidos, se asegurará que las cuchillas de estos aparatos queden todos en posición de cerrado;
- Cuando se trabaje en la red general de tierras de una instalación, se suspenderá el trabajo durante el tiempo de tormentas, pruebas eléctricas, etc.;

- Antes de efectuar cortes en circuitos de tierra en servicio se colocará un puente conductor a tierra en el lugar de corte. La persona que realice este trabajo estará perfectamente aislado eléctricamente;
- Se vigilará que en el transcurso de los trabajos, el personal no entre en contacto simultáneo con dos circuitos de tierra que no estén unidos eléctricamente ya que estos pueden encontrarse a potenciales diferentes;
- Las máquinas y aparatos que puedan tener contactos eléctricos accidentales capaces de producir accidente eléctrico, especialmente las de tipo móvil, deben conectarse a tierra.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 35, en lo que se refiere al alumbrado para instalaciones temporales, deberá cumplir lo siguiente:

- Los sistemas de alumbrado temporal que se instalan para proveer iluminación durante los trabajos de construcción, deben tener la intensidad suficiente para que las condiciones de trabajo sean seguras.
- Se cuidará especialmente la iluminación de las escaleras fijas, agujeros de ascensores y pisos, sótanos y otros lugares peligrosos.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 36, en lo que se refiere a la protección del personal, deberá cumplir lo siguiente:

- Proteger contra los choques eléctricos accidentales causados por el equipo eléctrico tal como tableros de control o de fusibles y por el equipo de control de los motores, se aislará el piso contiguo, se resguardarán los cables cargados y se conectarán a tierra las partes no conductoras de corriente.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 37, en lo que se refiere a extensiones portátiles, deberá cumplir lo siguiente:

- Para las extensiones portátiles de luces, herramientas o enchufes deben usarse portalámparas o herramientas que tengan agarraderas aisladas con madera o caucho y todo el alambrado y piezas del enchufe cubiertos. Se usará cable forrado de caucho en las extensiones de luces y otras para calderos, tanques y otros lugares húmedos o de trabajo pesado.

### **Operación con Maquinaria Pesada**

La Contratista para la operación con maquinaria pesada, deberá tener en cuenta los siguientes procedimientos:

- Revisar que el equipo a usarse esté en perfectas condiciones antes de iniciar los trabajos.
- Utilizar el equipo de protección personal adecuado: casco, protección respiratoria, guantes, botas de caucho y protectores auditivos.
- No utilizar la maquinaria para transportar personal.
- Respetar los límites de velocidad establecidos.
- Asegurar los equipos acoplados y los contrapesos con los pasadores de seguridad.

Además, la Contratista según el Título Sexto, Art. 87 del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, deberá cumplir lo siguiente:

- Se evitará dejar las máquinas estacionadas en zonas de circulación, cuando esto no sea posible se indicará la presencia de las máquinas mediante señalización adecuada, en las noches será obligatorio utilizar señales luminosas.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas, si están dentro de la zona de trabajo, se marcará su entorno con señales de peligro para evitar los riesgos por falta de frenos o atropello durante la puesta en marcha.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras para evitar atropellos o golpes.
- Se prohíbe dormir o comer a la sombra de las máquinas de movimiento de tierras. Se reforzará esta prohibición con carteles y avisos.
- Las máquinas de remoción de tierras estarán equipadas con un sistema de señalización acústica de marcha atrás.
- No se trabajará en la proximidad de las líneas eléctricas hasta que se hayan tomado las precauciones y protecciones necesarias contra contactos eléctricos.
- Se prohíbe terminantemente el transporte de personas sobre máquinas, salvo aquellas que estén expresamente adecuadas y autorizadas para ello.
- No se realizarán replanteos o mediciones, ni ningún tipo de trabajo en las zonas en donde estén operando las máquinas sin antes haber sido determinado claramente el radio de acción de la máquina.
- Cuando un vehículo-volquete deba aproximarse a un borde de talud o corte, con el consiguiente riesgo de vuelco, se dispondrá en el suelo de cuñas u obstáculos que indiquen el límite de aproximación.
- En el caso del camión (Dumper) de traslado de tierras, el obstáculo estará situado a dos metros del borde o talud.
- Se establecerá en los planos de la obra los caminos internos de ésta con su necesaria señalización, que organice las direcciones obligatorias y preferenciales.
- Nunca se superará en el interior de la obra la velocidad de 40 km/h.
- En los casos en que la visibilidad pueda disminuir a causa del polvo producido por la circulación de las máquinas, se establecerá un sistema de riego, que sin encharcar o hacer deslizante la vía de circulación, impida la formación de polvo.

Por otra parte, la Contratista deberá asegurarse que la maquinaria pesada de obra estará dotada al menos de:

- Dos focos de marcha adelante y de retroceso.
- Servofreno y freno de mano.
- Bocina y faro de retroceso.
- Un extintor en cada lado de la cabina del operador.
- Pórtico de seguridad antivuelco (ROPS) y anti-impacto (FOPS).

La Contratista deberá inspeccionar las máquinas diariamente y antes de comenzar cada turno para asegurarse que el equipo y los accesorios estén en condiciones seguras de funcionamiento y libres de averías, incluyendo esta revisión, el buen funcionamiento de:

- Motor.
- Sistemas hidráulicos.
- Sistemas de frenos (incluido el de mano).
- Sistema de dirección.
- Sistema eléctrico y de luces, cables.
- Transmisiones.
- Controles de operación.
- Presión y estado de los neumáticos.
- Cadenas.
- Bocinas, pitos y alarmas.

Además, la Contratista según el Título Sexto, Art. 90 del **“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”**, deberá cumplir lo siguiente:

- Se comprobará el estado de los extintores, el sistema antivibratorio de la cabina y los sistemas antivuelco y anti-impacto. Cada uno de los equipos y maquinaria tendrá un registro de mantenimiento preventivo y correctivo.

Por otra parte, la Contratista deberá cumplir con las siguientes normas:

- Se prohíbe las labores de mantenimiento o reparación de la maquinaria con el motor en marcha.
- Para subir o bajar de la maquinaria, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal función, quedando prohibida la utilización de: llantas, cubiertas, cadenas o guardabarros.
- La subida y bajada se realizará frontalmente al vehículo, no se saltará directamente al suelo, salvo en el caso de peligro inminente.
- No se conservarán en las palas, cucharas o el compartimiento del motor, trapos o papeles impregnados de grasa o aceite.
- Para el abastecimiento de combustible, se detendrá (apagar) el motor y se observará el no fumar.

- El transporte de combustible se hará en un recipiente apropiado, prohibiéndose usar como depósitos tanques metálicos soldados entre sí.
- Todo depósito de combustible dispondrá de respiradero.
- No se retirará el freno de mano, si antes no se ha instalado tacos inmovilizadores de las ruedas.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha.
- Como norma general no se manejará estas máquinas con ropa suelta o anillos que puedan engancharse con los controles y palancas.
- Nunca se utilizará las palas o cucharones de las máquinas para el transporte de personas o elevarlas para acceder a trabajos puntuales.
- Si se produjera un contacto accidental con las líneas eléctricas aéreas por maquinaria de tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá en su sitio y solicitará ayuda por medio de la bocina. En caso de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar a la vez la máquina y el terreno.
- En el caso de contacto accidental, la máquina será acordonada hasta una distancia de 5 metros, comunicándole inmediatamente a la empresa propietaria de la red para que efectúe el corte del suministro y la puesta a tierra para cambiar sin riesgo la posición de la máquina.
- Antes de abandonar la cabina, el maquinista dejará en reposo y el contacto con el suelo la pala o cucharón, puesto el freno de mano y parado (apagado) el motor, retirando la llave del contacto.
- Las pasarelas y peldaños de acceso al punto de conducción o utilizados para el mantenimiento permanecerán limpias de barro, grasa y aceite para evitar caídas.
- Durante el inflado de las ruedas con aire, el operador se situará tras la banda de voladura, apartado del punto de conexión para evitar ser golpeado en caso de reventón de la cámara de aire.
- Se revisará periódicamente todos los puntos de salida de gases del motor a fin de asegurar que el conductor no reciba en su cabina gases procedentes de la combustión.
- Siempre que el conductor abandone la cabina protegida, utilizará el casco y el equipo de protección exigido para cada situación.

En lo que se refiere a la seguridad en el manejo de palas cargadoras, la Contratista deberá verificar lo siguiente:

- Nunca se abandonará la maquinaria con la cuchara sin apoyar en el suelo.
- Durante el transporte de tierras, la cuchara permanecerá lo más bajo posible.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará en marcha lenta.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara llena) bajo fuertes vientos.

En lo referente a la seguridad en el manejo de retroexcavadoras sobre orugas o neumáticos, la Contratista deberá verificar lo siguiente:

- Se establecerá una zona de seguridad igual a la del alcance máximo del brazo excavador en donde se prohibirá la realización de trabajos o permanencia de las personas.
- Nunca se abandonará la máquina sin apoyar la cuchara y sin cerrarla si es de tipo bivalvo.
- En los desplazamientos se apoyará la cuchara sobre la máquina para evitar vibraciones, y el brazo se colocará en el sentido de la circulación.
- No se excavará en la vertical de la máquina para evitar desplomes o vuelcos.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la instalación de tuberías o piezas en las zanjas o para transportar en distancias cortas. Salvo que se cuente con el equipo apropiado y se evite el balanceo de la carga.
- No se trabajará en pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y al 35% en terrenos secos.

En lo referente al manejo de tractores, explanadoras (bulldozers) con cuchilla y escurridora, la Contratista deberá cumplir las siguientes normas:

- No se abandonará la máquina sin apoyar en el suelo la cuchilla y el escurridor.
- No se superará la velocidad de 3 km/h en los trabajos de movimiento de tierras.
- En caso de trabajos a media ladera, se evitará formar taludes o desprendimientos sobre las personas o cosas.
- Antes del inicio de los trabajos al pie de taludes ya construidos se incorporarán todos aquellos materiales y vegetación que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo, saneándolos antes del comienzo de las tareas.
- Se utilizará cinturones abdominales antivibratorios y asiento anatómico y antivibratorio provisto de cinturón de seguridad.
- La pendiente máxima aceptable para este tipo de trabajo será de 45%.

En lo referente a la seguridad en las hormigoneras, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Todos los engranajes, cadenas y rodillos de las hormigoneras estarán bien resguardados para evitar contactos accidentales.

- Las hormigoneras estarán protegidas mediante barandillas laterales para impedir que los trabajadores pasen por debajo del cubo cuando esté en lo alto.
- Si el punto del conductor está a más de 1.5 metros del suelo, se deberán prever medios de acceso seguros.
- Se protegerá adecuadamente mediante rejillas las tolvas en las que pudiera caer una persona, así como también las palas giratorias en las hormigoneras del tipo artesa.
- Además del freno de maniobra, la tolva de la hormigonera estará provista de uno o varios dispositivos que lo bloqueen firmemente cuando esté en lo alto.
- Los operarios de la hormigonera no descenderán la tolva sin haberse cerciorado antes de que todos los trabajadores se han alejado.
- No existirá obstáculo alguno alrededor de las hormigoneras.
- Cuando se proceda a la limpieza de la tolva, se tomará las precauciones necesarias para proteger eficazmente a los trabajadores que se encuentran dentro, por ejemplo: bloqueando el interruptor del motor en posición abierto, retirando los fusibles o cortando la corriente de alguna manera.
- Se examinarán diariamente los cables y los engranajes de las hormigoneras.

En lo referente a la seguridad en el manejo de camiones para el movimiento de tierras, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- No se avanzará con la caja izada tras la descarga de los materiales transportados.
- En la descarga se establecerá un área de seguridad de 10 metros alrededor del camión.
- La carga debe ser regada con agua para evitar la producción de polvo.
- Mientras se cargue el camión, el conductor permanecerá en la cabina.
- No se sobrepasará el peso máximo autorizado y se prestará especial atención al inflado de los neumáticos y el mantenimiento de los frenos.
- En caso de reparaciones con el basculante levantado se lo apuntalará para evitar una caída accidental.
- Para la carga del camión, en caso de palas cargadoras de ruedas articuladas, la posición del camión será perpendicular al eje del cargador.
- Para la carga del camión, en caso de palas cargadoras de chasis rígido y de cadenas, el eje formará un ángulo de 15°.
- La carga estará bien entibada y cubierta con una lona.

En lo referente a la seguridad en el manejo de los "Dumpers", la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Antes de comenzar el trabajo se revisará el buen estado de los neumáticos y frenos.
- No se sobrepasará la capacidad de la cuchara a fin de lograr una perfecta visibilidad frontal.
- En el caso de tener que remontar cuestas, se llevará a cabo marcha atrás.
- No se transportarán en la cuchara piezas que sobrepasen lateralmente de ésta.
- No se sobrepasará la velocidad máxima de 20 km/h.
- El conductor será una persona capacitada y entrenada para esta actividad.

En lo referente a la seguridad con las motoniveladoras y mototraillas, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- No se utilizarán estas máquinas como si se tratará de "bulldozer".
- El retiro de taludes se realizará cada 2,5 metros de altura.
- No se trabajará en taludes con una inclinación superior a 40 grados.
- Su velocidad no sobrepasará los 40 km/h.

En lo referente a la seguridad con las máquinas de compactación, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- No se trabajará en desniveles superiores al 10% con relación a la altura de su centro de gravedad.
- El conductor será una persona capacitada y con experiencia en esta labor.

### **Trabajo con Maquinaria de Elevación**

Los aparatos manuales son aquellos dispositivos destinados a elevar y descender cargas por tracción, mediante el esfuerzo muscular del obrero, pudiendo estar provisto de algún mecanismo que multiplique el efecto de la potencia aplicada.

La Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor de seguridad de 10. ( $f_s > 10$ ).
- Las cuerdas tendrán un diámetro mínimo de 10 mm ( $\phi > 10$  mm).
- Las cuerdas estarán en perfectas condiciones de uso, no presentando filos rotos, cortes desgastes, raspaduras ni otros defectos que afecten su resistencia.
- Las cadenas serán de hierro forjado o de acero. El factor de seguridad para éstas será al menos de 5 para la carga nominal máxima ( $f_s > 5$ ).
- En las poleas o tornos en el punto de máxima extensión de la cuerda, cable o cadena, ésta permanecerá siempre enrollada sobre el rodillo con un mínimo de tres vueltas.

- No se enrollará la cuerda en las manos, sino que se asirá fuertemente con ambas manos.
- En el caso de que la polea o cabria se utilizaren para extraer materiales de un pozo se protegerá la excavación con barandillas rígidas en todo su perímetro, dejando libre únicamente la zona de descarga de materiales, que se protegerá con una barandilla móvil.
- Las poleas dispondrán en su mitad superior de una carcasa radial que impedirá la salida de la cuerda o cadena de la garganta de aquellas.
- En los cabos o cuerdas que utilicen las cabrias y los tornos, se instalará una señal que indique el punto máximo de descenso de la carga.
- Se vigilará permanentemente el buen funcionamiento del sistema de frenado y el desgaste de los elementos esenciales en estos aparatos.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar el desplome de los aparejos, especialmente los que forman el trípode de las cabrias, la estructura de los soportes de las rodillas y el puente volado de las garruchas.
- No se operará el puente volado, sino se fijará contra la estructura por medio de bridas de acero o pasadores.
- Los operarios que manejen estos aparatos llevarán obligatoriamente cascos, guantes de cuero y botas con puntero reforzado; y,
- Optativo de acuerdo a la postura y a la ubicación del aparejo, el operador llevará el cinturón lumbar y de seguridad.

En lo que se refiere a elevadores o cabrestantes mecánicos, la Contratista deberá cumplir con las siguientes instrucciones de seguridad:

- Tendrá un cartel con caracteres fácilmente legibles en el que se indique el peso máximo autorizado.
- Los coeficientes de seguridad para cables, tambores, frenos y ganchos serán los mismos que se especifican para los aparatos manuales.
- Su anclaje en las losas o encofrados se realizará mediante tres bridas pasantes que atraviesan el forjado abrazando las viguetas o los nervios en los casos de armaduras reticulares.
- También podrán colocarse mediante tres tornillos pasantes para cada apoyo, atornillados a placas de acero para el reparto de cargas en la cara inferior del forjado.
- Se prohíbe caminar con sacos, bidones, maderas, etc., que hagan contrapeso y, tampoco se permitirá esta sujeción por medio de puntales de uno a otro piso.

- La toma de corriente se hará por medio de cable de manguera sellada antihumedad con toma a tierra. Se revisará diariamente el buen estado de esto.
- Se instalará un punto o argolla de seguridad para anclar el gancho o mosquetón del cinturón de seguridad del operario. No se asegurará el cinturón de seguridad a la estructura del elevador.
- Obligatoriamente se instalará un cartel que indique: "Se prohíbe anclar el cinturón de seguridad a este elevador".
- Todos los elevadores de la obra estarán dotados de:
  - a. Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente.
  - c. Gancho de acero forjado con pestillo de seguridad.
  - d. Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para los accesos de las partes móviles.
  - e. Los lazos de los cables utilizados para el izado se formarán con tres bridas (tornillos en u) y guardacabos o casquillo soldado.
- En el caso de que no cumplan con todas estas condiciones quedará inmediatamente fuera de servicio.
- Cada quince días como mínimo se realizará un mantenimiento, y antes de cada jornada de trabajo se revisará el estado del cable, la sujeción y la tensión de las bridas.
- Se prohíbe izar o desplazar cargas mediante tiros oblicuos a la vertical.
- Se acotará una zona de carga en la vertical del elevador con un entorno de 2 metros en previsión de daños por desprendimiento de objetos durante el izado.
- Nadie permanecerá en la zona acotada durante la maniobra de izado o descenso de la carga.
- Se instalará una señal en esta zona acotada de: "Peligro caída de objetos", conforme el tamaño y diseño de la Norma Técnica INEN – ISO 3864-1: 2013.
- Para realizar labores de limpieza y mantenimiento o reparación, el elevador permanecerá apagado y se desconectará de la red de energía eléctrica.
- El operador del elevador será una persona capacitada y con amplia experiencia en este tipo de labores.
- El operador del elevador, necesariamente usará casco, cinturón de seguridad, botas con puntera reforzada y guantes de acero.

### **Excavaciones**

En lo referente a excavaciones, la Contratista deberá cumplir con los siguientes procedimientos:

- En los trabajos de excavaciones se adoptarán las precauciones necesarias para prevenir accidentes según la naturaleza, condiciones del terreno y forma de realización de los trabajos.
- Previamente a la iniciación de cualquier trabajo de excavación se efectuarán los correspondientes análisis del suelo para establecer las oportunas medidas de seguridad.
- Se investigará y determinará la existencia y naturaleza de las instalaciones subterráneas que puedan encontrarse en las zonas de trabajo. En el caso de presencia de conducciones eléctricas, agua potable, líneas telefónicas, alcantarillado, etc., la dirección de la obra informará de ellos por escrito a las respectivas entidades antes del comienzo de la misma y decidirá de común acuerdo con ellas las medidas preventivas que deben adoptarse.
- Cuando las excavaciones puedan afectar a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apuntalamientos, o de otros medios que garanticen la integridad de las mencionadas construcciones.
- Todos los árboles, postes, bloques de piedra, así como los materiales y objetos que se encuentren en las proximidades de la futura excavación, serán eliminados o sólidamente apuntalados, si la ejecución de los trabajos pudiera comprometer su equilibrio.
- En todos los trabajos de excavación que se realicen con taludes no estables, se dispondrá una adecuada entibación o contención a partir de cierta profundidad que estará en función de las características del terreno. En ningún caso dicha profundidad sobrepasará el valor de 1,50 metros.
- En las excavaciones manuales que necesiten entibación, se realizará a medida que se profundice y por franjas cuya altura máxima vendrá determinada por las condiciones del terreno. En ningún momento las profundidades de la franja pendiente de entibación será superior a 1,50 metros;
- En los casos en que el terreno lo requiera, se procederá a su entibación, de forma continua, conjuntamente con la extracción de tierras.
- El desentibado se realizará de abajo arriba manteniendo los valores de altura máxima de franja desentibada anteriormente fijados, es decir no superior a 1,50 metros. En terreno de defectuosa o dudosa estabilidad, el desentibado se efectuará simultáneamente al relleno o se dará por perdida la entibación.
- En excavaciones por medios mecánicos con taludes no estables y de profundidad superior a 1,50 metros se prohíbe la entrada de personas. El entibado de dichas excavaciones se deberá efectuar desde el exterior, de tal manera que los obreros no tengan que penetrar en la excavación. No obstante, si por el método elegido para la entibación tiene que penetrar algún trabajador en la excavación, se efectuarán los trabajos desde instalaciones

tales como jaulas de seguridad, túneles metálicos, paneles prefabricados o similares que garanticen la protección de los trabajadores.

- En toda clase de excavación se adoptarán las medidas apropiadas para evitar la caída de materiales sobre el personal que trabaje en el interior de las minas.
- Las paredes de las excavaciones y los bordes superiores de los taludes deben despejarse de los bloques y/o piedras cuya caída pudiera provocar accidentes. El material despejado debe depositarse a 1 metro como mínimo del borde de la excavación.
- Las aberturas de los pozos estarán protegidas como mínimo con barandas y rodapiés reglamentarios. Durante las operaciones de subida y bajada de materiales, los obreros que se encuentren en el interior serán advertidos de la operación, y dispondrán de resguardos siempre que haya peligro de caída de objetos.
- Diariamente al comenzar la jornada de trabajo se examinará por persona competente el buen estado de la excavación y sus entibaciones. Este examen se hará también después de lluvias, vibraciones, sobrecargas o cualquier otra circunstancia, que haya podido afectar a su estabilidad.
- En presencia de aguas subterráneas que dificulten el trabajo o perjudiquen la estabilidad de la excavación, se dispondrá de un sistema adecuado de excavación, estableciendo o reforzando en su caso la entibación.
- En el caso de utilizar elementos que produzcan vibraciones se vigilará el efecto de éstas sobre la excavación y la entibación.
- Se prohíbe el paso de vehículos o la situación de cargas estáticas o dinámicas en las proximidades del talud, a una distancia inferior a la profundidad de la excavación, salvo en los casos en que se adopten sistemas eficaces de contención.
- En las excavaciones que no tengan una suficiente ventilación natural se dispondrá de un sistema de ventilación que mantenga el ambiente en el necesario estado de pureza.
- Antes de entrar en excavaciones en las que se ha de temer la existencia de un ambiente peligroso, se comprobará el estado de la atmósfera. Los trabajadores no podrán penetrar hasta que se haya verificado el ambiente de la excavación.
- Las excavaciones estarán dotadas de accesos en número suficiente, que permitan una rápida y segura entrada y salida. Se prohíbe utilizar los elementos del entibado o cualquier otro que no sean dichos accesos específicos.
- En las excavaciones con peligro de asfixia o intoxicación, el personal del exterior debe vigilar con atención al del interior, procediendo a su rescate

inmediato en caso de advertir síntomas de anormalidad, bien desde el exterior o descendiendo al pozo provisto con equipo respiratorio adecuado, quedando en este caso en el exterior personal suficiente para la recuperación. Caso de que fuera necesario se dotará al personal del interior de medios de comunicación adecuados.

- Los bordes de toda excavación próximos a vías públicas o con riesgo de caída de personas, serán debidamente cercadas y señaladas para advertir los riesgos existentes.

### **Trabajos con Soldadura**

Al realizar los trabajos de soldadura, la Contratista deberá cumplir con los siguientes procedimientos:

- Asegurarse de que solo el personal calificado opera los equipos de soldadura.
- Usar el equipo de protección personal adecuado: anteojos herméticos, casco, protectores de mano y barreras al hacer soldaduras de arco y operaciones de corte. Este equipo de protección deberá ser usado tanto por el soldador como por su ayudante.
- Mantener el equipo de suelda en buenas condiciones, tanto mecánicas como eléctricas.
- Evaluar y estar alerta sobre las posibilidades de un incendio y retirar los materiales inflamables del área de trabajo.
- Asegurarse de tener un extintor presurizado contra el fuego y que su ayudante sepa utilizarlo.
- Prevenir a quienes vayan a estar en la misma área de trabajo, respecto a destellos y chispas producidas por soldaduras.
- Contar con el permiso de trabajo respectivo.

#### **6.3.2.11. Seguridad Micro Ambiente del Lugar de Trabajo**

##### **Luminosidad:**

La mala iluminación es causa directa y frecuente de una serie de enfermedades de la vista. El efecto más habitual es el cansancio o fatiga visual. Por lo tanto se deberá disponer de una buena iluminación en las áreas de trabajo, a fin de evitar condiciones inseguras que conlleven un accidente laboral.

La principal función del alumbrado es que ayude a proporcionar un medio circundante seguro para el trabajo, una visión cómoda que fomente la conservación de la vista.

En las zonas de trabajo en las que se carezca de iluminación natural, esta sea insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera de instalación y no presentar peligro de incendio o explosión.

### **Temperatura:**

La temperatura excesivamente alta o baja en el ambiente de trabajo es potencialmente peligrosa porque el organismo humano, para estar en condiciones óptimas debe mantener su temperatura corporal en torno a 37 °C.

El organismo se defiende del exceso de calor o de frío a través del mecanismo de termorregulación mediante la transpiración o a la inversa, generando energía por aumento de combustión de grasas.

El trabajo en condiciones de calor excesivo puede provocar efectos psicológicos como la irritabilidad, ansiedad, laxitud y decaimiento, así como efectos físicos que van desde la deshidratación, los calambres, el agotamiento y el golpe de calor o shock térmico.

Por este motivo, deberán tomarse las medidas oportunas para conseguir mitigar los efectos del exceso de calor o frío.

### **Trabajos en Excavaciones Subterráneas**

La excavación de túneles es una actividad riesgosa. A diferencia de otros tipos de obras de ingeniería civil, la excavación de túneles está expuesta a riesgos mayores, principalmente debido a que se tiene un conocimiento limitado del terreno adelante del frente de excavación y a cómo dicho terreno se ha de comportar.

En túneles debajo de montañas o de agua, el conocimiento es limitado debido a las limitaciones naturales para realizar investigaciones detalladas del alineamiento. En túneles en un ambiente urbano, existe incertidumbre sobre cómo el túnel ha de interactuar con las edificaciones adyacentes.

Las incertidumbres inherentes a la excavación de túneles, pueden ser minimizadas y controladas mediante un proceso de manejo de riesgos, que se aplica desde la concepción misma del proyecto, en sus fases de diseño, licitación y negociaciones para la contratación de obras, y en la fase de construcción del proyecto.

Algunos lineamientos recomendados, de amplia aplicación que la Contratista deberá considerar para el proceso de manejo de riesgos en túneles:

- ITA, 2004 (International Tunnelling Association). Guidelines for Tunnelling Risk Management.
- BTS/ABI (British Tunnelling Society/ Association of British Insurers), 2003. Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works in the UK.

El elemento central de la filosofía aplicada consiste en reducir los riesgos a un nivel “Tan Bajo como Sea Razonablemente Practicable – As Low As Reasonably Practicable (ALARP)”, donde la secuencia de acciones de mitigación está jerarquizada mediante medidas de remoción y mitigación de riesgos y, finalmente, mediante la protección contra riesgos o sus consecuencias (activación de planes de contingencias).

Esta filosofía se aplica principalmente a la fase de construcción del proyecto, empezando en la etapa inicial del diseño.

Durante la fase construcción, la mejor manera de manejar los riesgos identificados previamente es, en primer lugar, a través del monitoreo del comportamiento del túnel, verificando que esto está ocurriendo de acuerdo a lo previsto en el diseño. En este contexto, en un ambiente urbano, es importante monitorear cómo se está operando la tuneladora (TBM o Tunnel Boring Machine), cómo están respondiendo las estructuras y edificios adyacentes, y cómo el proceso de construcción del túnel está interactuando con otros trabajos, como puede ser la inyección de lechada de compensación delante del frente.

Para el efecto, se recomienda la aplicación por parte de la Contratista, entre otros, los siguientes procedimientos obligatorios:

- Reuniones Diarias de Revisión (DRM o Daily Review Meetings) entre representantes responsables de EPMMQ, Ingeniero Supervisor y Contratista, con el objeto de analizar, interpretar y diseñar medidas en función de los datos recolectados mediante el monitoreo.
- Ejecución de un Programa de Talleres de análisis y coordinación.
- Documentación sistemática diaria de datos de monitoreo y de decisiones/acciones realizadas en función a las condiciones geológicas encontradas, al comportamiento de la TBM y de su interacción con el medio
- Preparación y mantenimiento permanente de Registros de Riesgos (Risk Registers).
- El contratista previo a estos trabajos emitirá el permiso de trabajo respectivo.

Es importante destacar, que la responsabilidad primaria del manejo de riesgos, es de la empresa Contratista de la fase de construcción del proyecto, quien deberá establecer un sistema de manejo de riesgos e implementar un manejo efectivo de los mismos. La EPMMQ por su parte, se encargará de supervisar, inspeccionar y participar de dicho trabajo, investigando y mitigando riesgos no cubiertos por el contrato, y que no estén a cargo de la empresa Contratista.

Como parte del sistema de manejo de riesgos a ser desarrollado e implementado por la Contratista, ésta deberá diseñar y presentar antes del inicio de las excavaciones subterráneas, un “Plan de Contingencias y Prevención de Riesgos para Excavaciones Subterráneas”, detallado y específico, que responda a un proceso previo de análisis de riesgos, y adaptado al tipo de equipos y procedimientos constructivos a utilizar. Este “Plan de Contingencias y Prevención de Riesgos” deberá ser aprobado por el Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la EPMMQ.

#### **6.3.2.12. Equipos de Protección Personal**

Según se indica en el Art. 118 del “**Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas**”, los empleadores, contratistas o subcontratistas de obras, deberán proveer a sus trabajadores y sin costo alguno para ellos, los siguientes elementos de protección personal:

- Cinturones de seguridad en donde existe riesgo de caídas de altura.
- Cascos de seguridad contruidos conforme a las normas internacionales y nacionales.
- Mascarillas adecuadas para los trabajos en donde existan gases y polvos tóxicos.
- Máscaras de soldador y overoles apropiados para trabajos de soldadura.
- Protectores de ojos tales como lentes y pantallas en trabajos de esmerilado, enlucido, picado de piedras, o cualquier actividad con riesgo de proyección de partículas líquidas o sólidas a los ojos.
- Guantes protectores de cuero, caucho u otro material adecuado, en los trabajos con riesgo de lesiones para las manos.
- Botas de caucho, cuero o zapatos de seguridad en trabajos con riesgo de lesiones a los pies.
- Protectores auditivos en el caso de trabajos con exposición a ruido sobre los 85 decibeles, escala (A).
- Ropa de trabajo según lo establecido en el Código Laboral, Art. 42, numeral 29.

Además de todo esto, los empleados cuya visión requiera del uso de lentes correctivos deberán estar protegidos por visores cuyos lentes protectores brinden corrección óptica, o visores que puedan ser usados sobre los lentes de corrección sin alterar el ajuste de los anteojos.

Los trabajadores que trabajen en excavaciones subterráneas, principalmente en túneles, deberán llevar permanentemente consigo linternas sujetadas a los cascos de seguridad o de cadera, con baterías recargables. Además, en la cabina de mando de la tuneladora, se deberá mantener permanentemente una reserva de linternas manuales, baterías y pilas para linternas.

La contratista llevará el registro del EPP entregado a sus trabajadores, a más del registro de inspecciones.

### **6.3.2.13. Señalización**

#### **Generalidades**

Según el Capítulo VIII del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, se indica que los constructores tanto del sector público o privado y los contratistas deberán cumplir con las siguientes normas:

- Obstaculizar lo menos posible el libre tránsito peatonal o vehicular.
- Proporcionará y conservará medios de acceso a todas las residencias o locales comerciales situados en el trayecto de las obras.

- Planificará el trabajo para proporcionar seguridad en base a tres principios fundamentales, a saber:
  - Protección máxima para los trabajadores de la obra.
  - Protección máxima para el público.
  - Inconvenientes mínimos para el público.

La Contratista deberá cumplir con las siguientes disposiciones:

- Antes de la ejecución de los trabajos elaborarán una lista de los artículos necesarios para la seguridad, basándose en el estudio preliminar de los problemas de la protección y en el programa aproximado de trabajo.
- Se proveerá con anticipación las señales, cercas, lámparas y demás artículos.
- Se colocará en su lugar todas las señales necesarias antes de que se abra al tránsito un camino o una desviación nueva o antes de iniciar cualquier trabajo que constituya un riesgo.
- Todas las señales que se requieran por las condiciones y las restricciones especiales de un camino, se deben retirar en cuanto estas condiciones dejen de existir. Las señales que dirigen el tránsito hacia una desviación temporal se deben retirar al no ser necesarias.
- Todas las señales deben iluminar de noche con reflectores o con luz blanca. Si es posible se instalarán una o varias luces de destellos junto a la señal.
- Se debe colocar las señales aproximadamente en ángulo recto al sentido del tránsito y, por lo menos, a 1,50 metros de altura sobre la superficie del camino. Se deben colocar las señales de 1,80 a 3,00 metros a la derecha del camino transitado y nunca a menos de 0,30 metros, y aun cuando estén protegidos por una cuneta temporal. Las salpicaduras y el polvo del camino rara vez llegan a manchar o a cubrir una señal colocada a 1,80 metros a la derecha y a 1,50 metros de altura de la vía transitada.
- Se tomarán precauciones especiales para que las pilas de materiales, el equipo reunido, los vehículos estacionados, etc., no obstruyan la visibilidad de ninguna señal.
- Se debe inspeccionar diariamente las señales para comprobar que estén en la posición debida, limpia y siempre legible. Se debe reponer inmediatamente las señales estropeadas.
- Los letreros de todas las señales deben ser claros y comparables en diseño y estilo a las señales convencionales aprobadas por las autoridades de tránsito del Ecuador y de la ciudad de Quito.

La Contratista de la obra deberá iluminar durante la noche con lámparas o reflectores los avisos importantes, los cercados y otros peligros que obstaculicen la libre y segura circulación. Se usarán algunos de los siguientes artefactos:

- Lámparas y reflectores instalados sobre vallas de madera o metal.
- Pintura reflectora pintadas sobre vallas de madera o metal.
- Linternas y lámparas operadas con baterías que serán fijadas adecuadamente para evitar su sustracción.
- Luces eléctricas en los lugares en donde exista fluido eléctrico y en especial donde el tránsito sea intenso y a altas velocidades.

Los Municipios, los Consejos Provinciales, el Ministerio de Obras Públicas, deberán instalar inmediatamente señales y vallas adecuadas en lugares que por efectos de derrumbes, inundaciones o que por cualquier circunstancia imprevista y repentina se constituyan en peligro grave de accidentes. Estos elementos se instalarán en las vías públicas bajo la jurisdicción y control de cada entidad.

Deben a su vez dar inmediato aviso a las autoridades de tránsito local para que organicen acciones preventivas. La Policía Nacional deberá colaborar mediante la provisión de letreros y avisos adecuados que serán colocados en las vías públicas obstaculizadas por estos factores. Se promoverá la información sobre peligros y obstáculos en calles y carreteras mediante avisos por radio, televisión o prensa escrita. Estos avisos por ser de beneficio público y colectivo para prevenir accidentes serán totalmente gratuitos.

Ni las autoridades de tránsito, ni las entidades del sector público, los constructores o los usuarios de las carreteras, sean conductores o propietarios de los terrenos aledaños, utilizarán piedras, palos, troncos o cualquier material inadecuado como "avisos" de interrupción de vías y podrán ser denunciados ante las autoridades civiles o penales, en caso de daños a las personas o sus bienes.

La Contratista, en relación a los cercados y barreras, deberá verificar lo siguiente:

- **Cercados de Vallas.**

Se debe construir un sólido cercado de vallas cuando todo o la mayor parte de algún camino se va a cerrar al tránsito. Las dimensiones pueden variar, pero la altura total debe ser de 1,40 metros, por lo menos.

Cuando la clausura sea total, el cercado debe extenderse hasta la guarnición o hasta la cuneta, por ambos lados.

Debe tener como mínimo, dos barandas horizontales que se pintarán con rayas diagonales en ángulos de 45 grados. El extremo inferior de las rayas, señalará la dirección que debe tomar el tránsito. Las rayas serán blancas y negras, pero también pueden usarse amarillas y negras. Si no se usa pintura reflectora, se debe equipar los postes y la baranda superior con botones reflectores rojos o con material reflector a intervalos de 1,20 metros.

- **Caballetes para Vallas**

Se pueden usar caballetes para vallas temporales. En caso de obstrucciones, para marcar un paso seguro. Los letreros o flechas se pueden pintar directamente sobre el caballete o sobre tableros desmontables.

- **Cercados para Peatones**

Cuando se trabaja en zonas urbanas es necesario tomar en cuenta las necesidades tanto del conductor del vehículo como del peatón; además de cercar las zonas de peligro, se debe proporcionar una acera provisional de acceso, seca y segura, a las propiedades colindantes. Los requisitos mínimos varían y se incluyen en el contrato de construcción y en las ordenanzas de obras públicas municipales. Se debe tomar en cuenta al peatón al iluminar y al cercar las obras que se ejecuten en las zonas urbanas.

- **Conos de Caucho**

Se pueden utilizar conos de caucho de 45 y de 75 centímetros de alto, para demarcar las zonas de peligro o los obstáculos en las vías.

Todos los elementos citados anteriormente serán proporcionados por los constructores y contratistas de las vías, o por las autoridades de los Municipios, entidades autónomas, Consejos Provinciales, Ministerio de Obras Públicas o la Policía Nacional, en el caso de interrupciones imprevistas en las vías públicas.

A las vallas o barreras podrán adicionalmente colocarse letreros visibles en color negro sobre fondo blanco con la inscripción de "PELIGRO". También se usarán rótulos con inscripciones de "vía en reparación" u "obstáculos en la vía".

Además la Contratista deberá verificar lo siguiente:

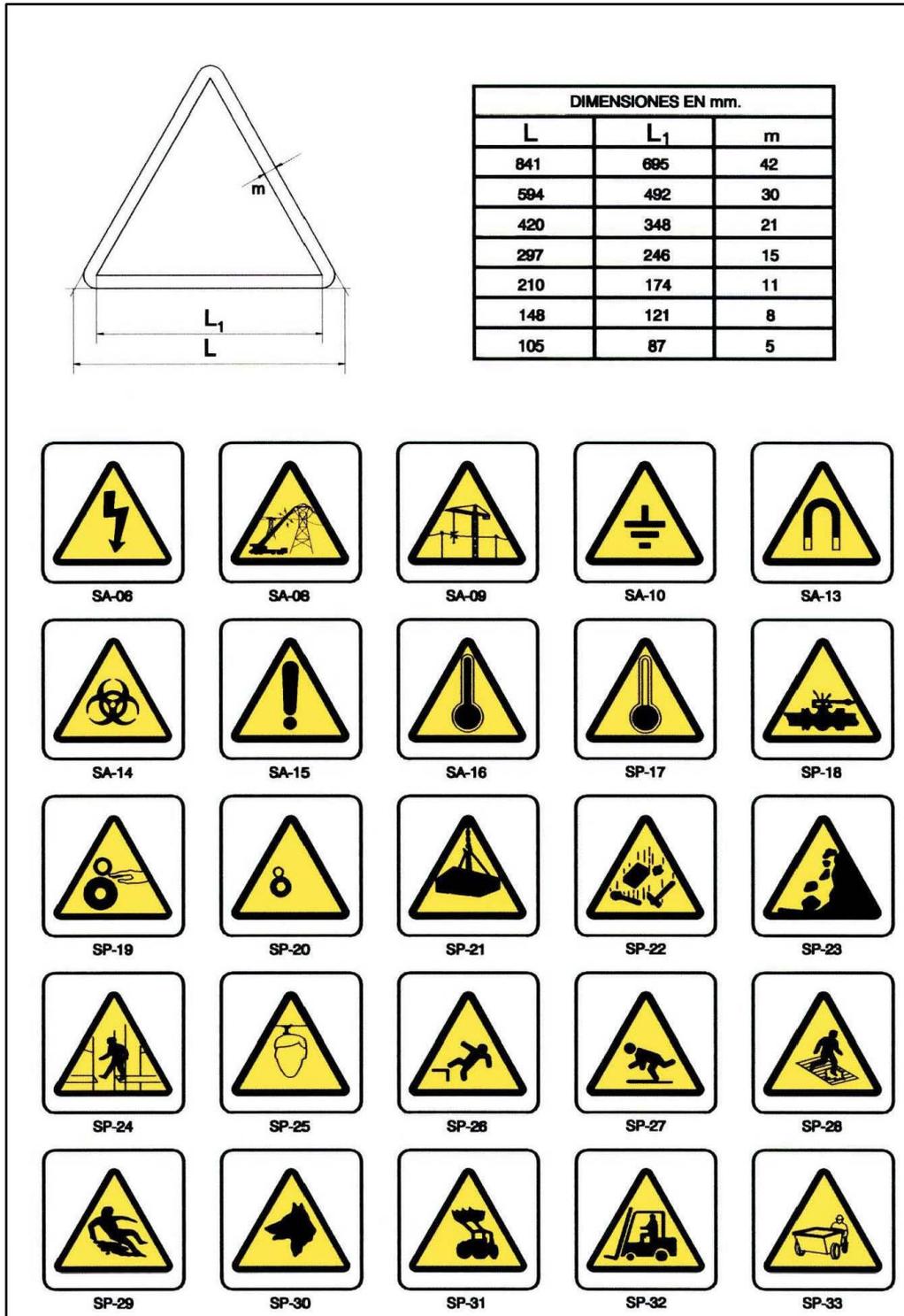
- Cuando se estén realizando trabajos, deben ser visibles los letreros y símbolos necesarios para la prevención de accidentes y deben retirarse o cubrirse oportunamente, cuando ya no existan riesgos.
- Deben utilizarse etiquetas de prevención de accidentes como medios temporales de advertencia a los empleados de un riesgo existente, tales como herramientas desgastadas, equipos defectuosos, etc.
- Deben anunciarse las áreas de construcción con letreros de tráfico, visibles y legibles, en los puntos de peligro.
- Cuando las operaciones sean tales que los letreros, señales y barreras o resguardos no proporcionen la protección necesaria en lugares de trabajo o adyacentes a la carretera, deben proporcionarse banderilleros u otros controles apropiados al tráfico.

### **Señalización de Seguridad**

Se incluye, a continuación, a modo de referencia, un conjunto de señales tipo que pueden resultar útiles en la ejecución de las obras de la fase de construcción de la Primera Línea del proyecto Metro de Quito.

Toda la señalización que se vaya a utilizar en las diferentes fases del proyecto Metro de Quito tanto en la construcción como en la operación del mismo, se deberá elaborar de acuerdo a las especificaciones, tamaños y colores recomendados por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 3864-1: 2013 "Símbolos Gráficos. Colores de Seguridad y Señales de Seguridad".

**Ilustración 38 Señales de Advertencia**



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 39 Señales Imperativas y de Peligro

REBORDE Y  
ESQUEMA  
color blanco

fondo rojo

D1

D

m

DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	376	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

**RIESGO ELÉCTRICO**

**RIESGO DE EXPLOSIÓN**

**RIESGO DE INTOXICACIÓN**

**RIESGO DE RADIACIÓN**

**RIESGO DE INCENDIO**

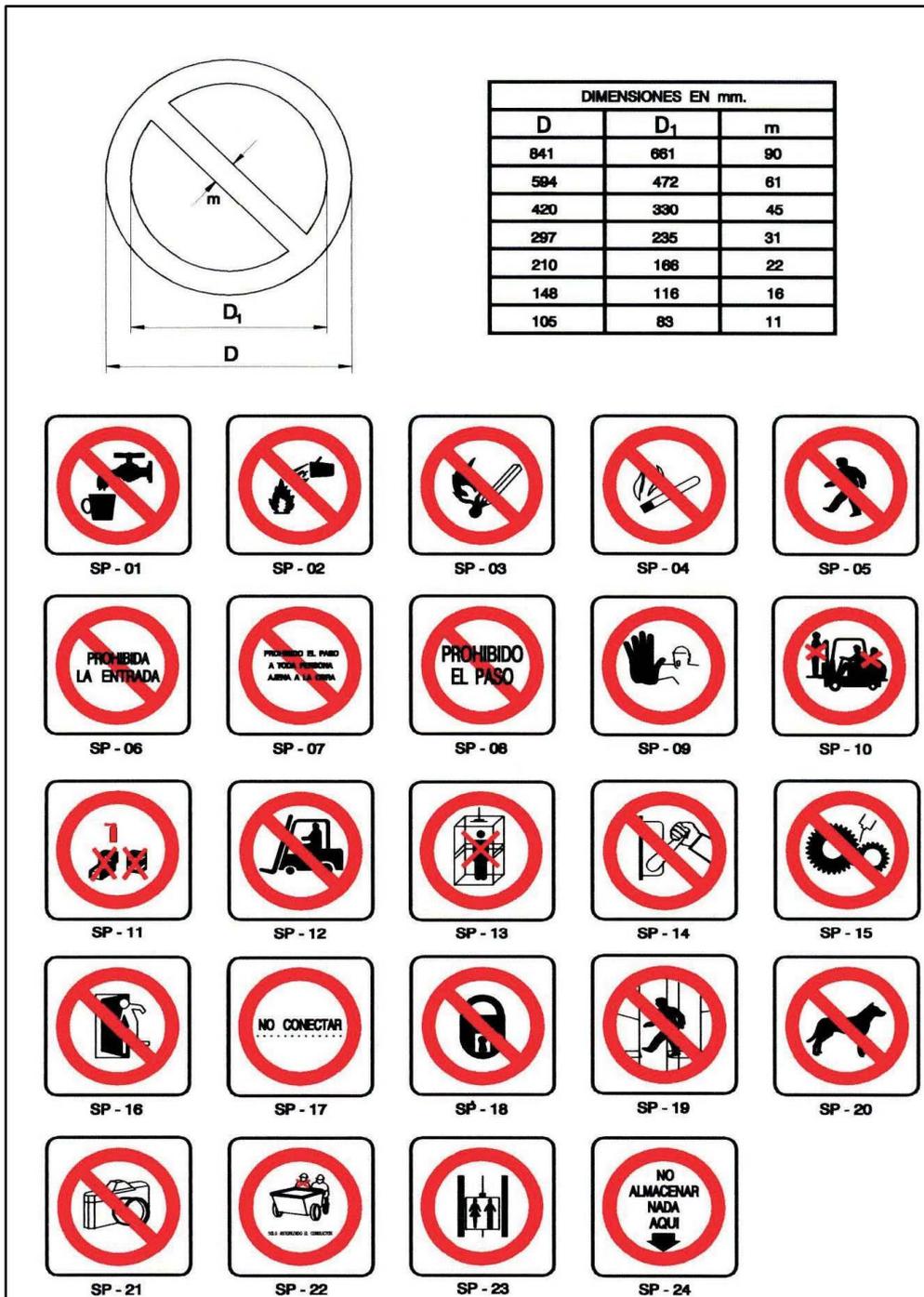
**RIESGO DE CORROSIÓN**

**TIERRAS PUESTAS**

**RIESGO ELÉCTRICO**

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 201

Ilustración 40 Señales de Prohibición



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 41 Señales de Peligro

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TP-3		Semáforos	TP-17a		Estrechamiento de calzada por la derecha
TP-13a		Curva peligrosa hacia la derecha	TP-17b		Estrechamiento de calzada por la izquierda
TP-13b		Curva peligrosa hacia la izquierda	TP-18		Obras
TP-14a		Curvas peligrosas hacia la derecha	TP-19		Pavimento deslizante
TP-14b		Curvas peligrosas hacia la izquierda	TP-25		Circulación en los dos sentidos
TP-15		Perfil irregular	TP-26		Desprendimiento
TP-15a		Resalto	TP-28		Proyección de gravilla
TP-15b		Badén	TP-30		Escalón lateral
TP-17		Estrechamiento de calzada	TP-50		Otros peligros

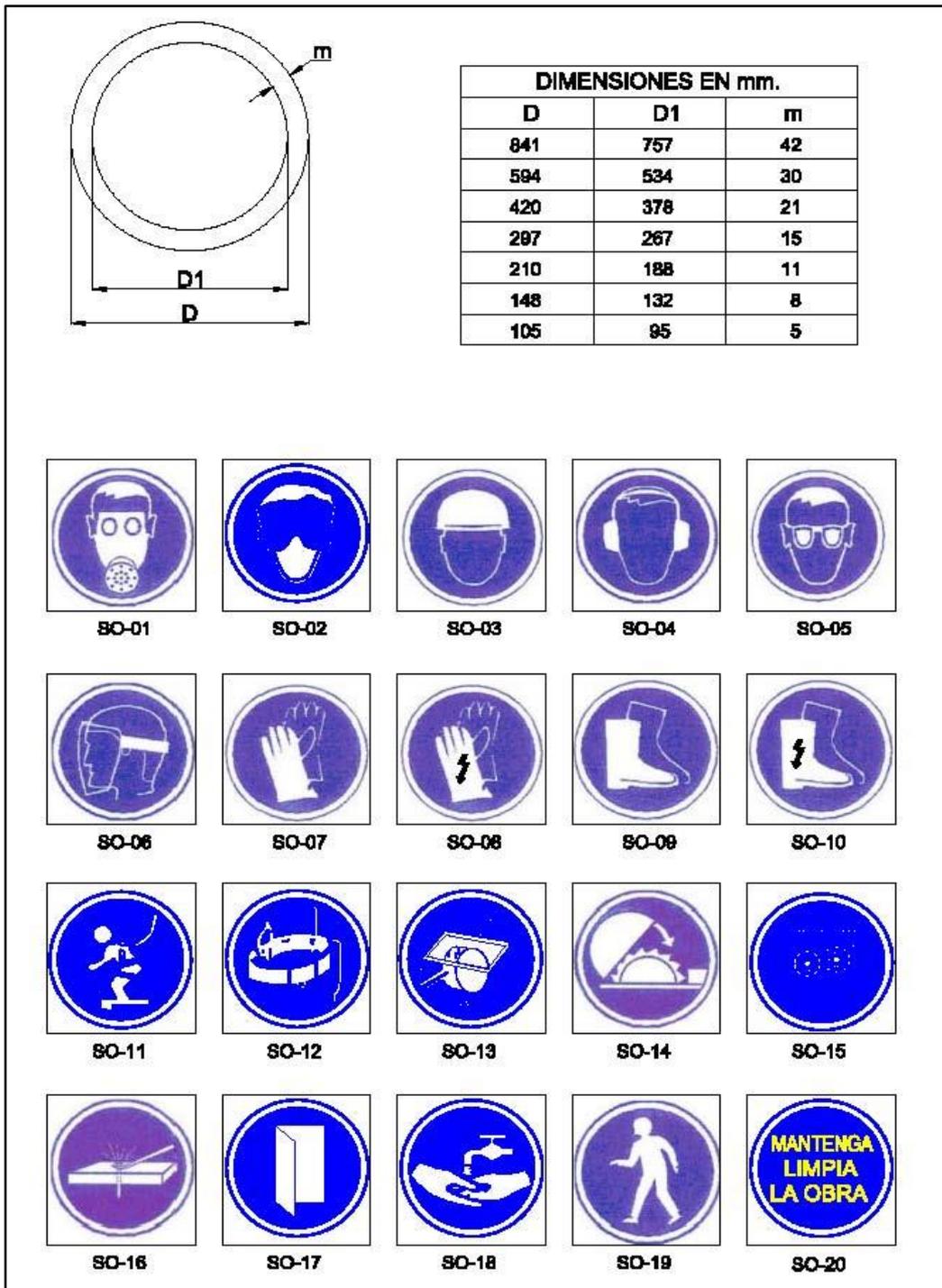
Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 42 Señales De Reglamentación y Prioridad

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TR-5		Prioridad al sentido contrario	TR-306		Adelantamiento prohibido a camiones
TR-6		Prioridad respecto al sentido contrario	TR-308		Estacionamiento prohibido
TR-101		Entrada prohibida	TR-400a		Sentido obligatorio
TR-106		Entrada prohibida vehículos destinados al transporte de mercancías	TR-400b		Sentido obligatorio
TR-201		Limitación de peso	TR-401a		Paso obligatorio
TR-204		Limitación de anchura	TR-401b		Paso obligatorio
TR-205		Limitación de altura	TR-500		Fin de prohibiciones
TR-301		Velocidad máxima	TR-501		Fin de limitación de velocidad
TR-302		Giro a la derecha prohibido	TR-502		Fin de prohibición de adelantamiento
TR-303		Giro a la izquierda prohibido	TR-503		Fin de prohibición de adelantamiento para camiones
TR-305		Adelantamiento prohibido			

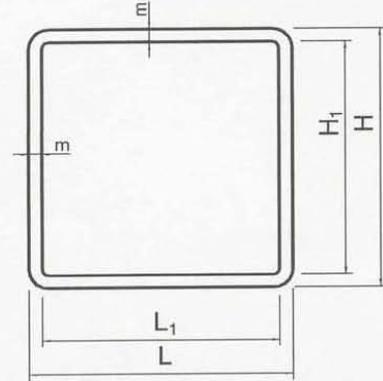
Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 43 Señales de Obligación



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

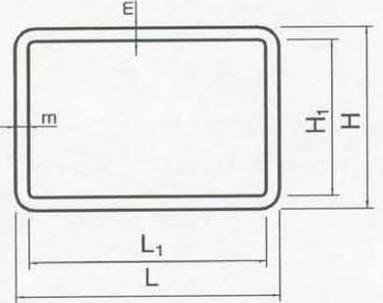
Ilustración 44 Señales Contra Incendios



DIMENSIONES EN mm.		
L	L <sub>1</sub>	m
841	753	42
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



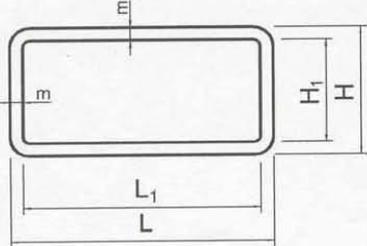
PRIMEROS AUXILIOS      VIAS DE EVACUACIÓN      VIAS DE EVACUACIÓN      SALIDA DE SOCCORRO      EXTINTOR



DIMENSIONES EN mm.				
L	L <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	m
841	753	594	510	42
594	534	420	360	30
420	378	297	255	21
297	267	210	180	15
210	188	148	126	11
148	132	105	89	8
105	95	74	64	5



DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCCORRO      DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCCORRO      DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCCORRO



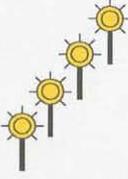
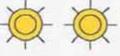
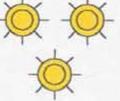
DIMENSIONES EN mm.				
L	L <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	m
841	757	420	336	42
594	534	297	237	30
420	378	210	168	21
297	267	148	118	15
210	188	105	83	11
148	132	74	58	8
105	95	52	42	5



DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCCORRO

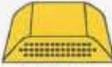
Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 45 Señales Luminosas

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TL-1		Semáforo (tricolor)	TL-7		Línea de luces amarillas fijas
TL-2		Luz ámbar intermitente	TL-8		Cascada luminosa (Luz aparentemente móvil)
TL-3		Luz ámbar alternativamente intermitente	TL-9		Tubo luminoso (Luz aparentemente móvil)
TL-4		Curvas peligrosas hacia la derecha	TL-10		Luz amarilla fija
TL-5		Disco luminoso manual de paso permitido	TL-11		Luz roja fija
TL-6		Disco luminoso manual de Stop o paso prohibido			

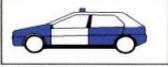
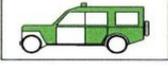
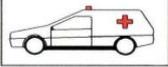
Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 46 Elementos De Balizamiento

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TB-1		Panel direccional alto	TB-8		Baliza de borde derecho
TB-2		Panel direccional estrecho	TB-9		Baliza de borde izquierdo
TB-3		Panel doble direccional alto	TB-10		Captafaro lado derecho e izquierdo
TB-4		Panel doble direccional estrecho	TB-11		Hito de borde reflexivo y luminiscente
TB-5		Panel de zona excluida al tráfico	TB-12		Marca vial naranja
TB-6		Cono	TB-13		Guirnalda
TB-7		Piquete	TB-14		Bastidor móvil

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 47 Teléfonos de Emergencia

	<b>BOMBEROS</b>		<input type="text"/>
	<b>POLICIA NACIONAL</b>		<input type="text"/>
	<b>GUARDIA CIVIL</b>		<input type="text"/>
	SERVICIO MEDICO Dr. _____		<input type="text"/>
	MEDICO ASISTENCIAL PARA LA OBRA Dr. _____		<input type="text"/>
	<b>AMBULANCIAS</b>		<input type="text"/>
	<b>HOSPITALES</b>		<input type="text"/>

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

Ilustración 48 Señales Manuales

Clave	Señal	Denominación
TM-1		Bandera roja
TM-2		Disco azul de paso permitido
TM-3		Disco de Stop o paso prohibido

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

#### 6.3.2.14. Protección y Prevención Contra incendios

La empresa Contratista, será responsable del desarrollo y mantenimiento de un efectivo programa de protección y prevención de incendios en el sitio de trabajo, durante la fase de construcción del proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito.

A continuación, se resaltarán aspectos importantes a tener en cuenta tanto para la protección como para la prevención de incendios.

### **Protección Contra Incendios**

Para asegurar una efectiva protección contra incendios, la empresa Contratista y los Subcontratistas deberán cumplir con lo siguiente:

- Asegurar la disponibilidad del equipo requerido de prevención y extinción de incendios.
- Mantener el acceso al equipo contra incendios, libre todo el tiempo.
- Ubicar todo el equipo contra incendios en lugares accesibles y contar con señales llamativas.
- Inspeccionar el equipo contra incendios en forma periódica y mantenerlo en condiciones operables. El equipo defectuoso debe ser reemplazado.
- Proporcionar una cuadrilla contra incendios equipados y entrenados.
- Proveer un extintor de capacidad no menor a 20 libras tipo ABC dentro de un radio de 15 m de donde haya más de 25 litros de fluidos inflamables o 3 kg o más de gases inflamables que sean utilizados en el sitio. Este requerimiento no se aplicará a los tanques de combustible de vehículos motorizados.
- Prohibir el uso de extintores de tetracloruro de carbono u otros extintores con líquidos volátiles tóxicos.

### **Prevención de Incendios**

Para lograr una efectiva prevención de incendios, la empresa Contratista, y los Subcontratistas debe cumplir con lo siguiente:

- Instalar cables y equipos de iluminación o energía de acuerdo con las necesidades de la obra y los requerimientos de la normativa nacional.
- Prohibir fumar en o cerca de operaciones que constituyan riesgo de incendio. Para ello colocará letreros llamativos con las leyendas “Prohibido Fumar” o “Prohibido Encender Fuegos No Autorizados”.

#### **6.3.2.15. Medicina Laboral Preventiva: Primeros Auxilios**

Según se indica en el artículo 134 del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, de acuerdo con el Art. 436 del **Código del Trabajo y el Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa**, si en las obras de construcción laboran 100 o más trabajadores, se contará con un médico a tiempo parcial.

Todos los lugares de trabajo, así como en los vehículos de transporte, se tendrán botiquines o estuches de primeros auxilios bien protegidos contra el polvo, la humedad

o cualquier otro agente de contaminación. El personal de supervisores será entrenado, en el caso de no existir médico o enfermera para dispensar primeros auxilios.

Además la Contratista, antes de inicio del proyecto, deberá tomar provisiones para que cada empleado tenga acceso a una atención médica rápida y a servicios de primeros auxilios.

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales brindados a la víctima de un accidente o enfermedad súbita, hasta que puedan obtenerse los servicios de un médico. Sólo debe permitirse a personas calificadas en primeros auxilios atender a un accidentado; para ello la EPMMQ y la empresa Contratista, se asegurarán que durante las labores de construcción, como durante las labores de operación y mantenimiento, exista en el sitio una persona debidamente capacitada para brindar primeros auxilios.

La Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- El Botiquín de Primeros Auxilios debe contener el material aprobado por un médico de consulta, empaquetado en un embalaje a prueba de agua, con paquetes sellados individuales para cada tipo de artículo. El contenido del botiquín de primeros auxilios debe ser verificado, antes de ser enviado al lugar de trabajo, para asegurar que cualquier artículo utilizado haya sido reemplazado.
- Los números de teléfono de los médicos, centros de salud, hospitales y ambulancias deben colocarse siempre en un lugar visible.
- El encargado de cada equipo es responsable del tratamiento de los primeros auxilios y para aplicarlos, debe contar en su cuadrilla con una persona calificada.
- Un empleado que sufra alguna lesión física debe reportarse a su encargado, sin importar lo insignificante que pueda parecer el daño.
- El encargado de cada grupo de trabajo debe reportar todos los accidentes a la oficina de campo, y debe realizar un informe apropiado sobre el accidente. El contratista debe desarrollar e implementar un plan de emergencia para el caso de urgencias médicas de considerable gravedad, en el cual describirá detalladamente los procedimientos que deben seguirse como tratamiento inicial y la estabilización del personal afectado, hasta que se cuente con el tratamiento médico y de transporte de emergencia al hospital más cercano, que cuente con capacidad para tratar ese tipo de urgencias.

### **Traslado de Accidentados y Enfermos**

Prestados los primeros auxilios se procederá, en los casos necesarios, al rápido y correcto traslado del accidentado o enfermo al centro asistencial más cercano, que tenga la capacidad de atender el caso y que pueda proseguir el tratamiento.

Para ello, la Contratista facilitará los recursos necesarios para el traslado del enfermo o accidentado, en forma inmediata, al respectivo centro hospitalario.

Además se colocará en un lugar visible, una lista detallada de direcciones y teléfonos de las unidades asistenciales, de emergencia, centros de salud y hospitales más cercanos.

### **Exámenes Médicos**

El médico de la Contratista, establecerá la naturaleza, frecuencia y otras particularidades de los exámenes a los que deberán someterse en forma obligatoria y periódica los trabajadores, teniendo en consideración la magnitud y clase de los riesgos involucrados en la labor o función que desempeñen.

Todo aspirante, al ingresar como trabajador en la Contratista, deberá someterse obligatoriamente a los exámenes médicos y complementarios establecidos por el área de seguridad y salud.

El servicio médico de la Contratista, será el encargado de coordinar la realización de exámenes de laboratorio a todos los trabajadores.

### **Normas de Protección para Mujeres Embarazadas o en Periodo de Lactancia**

Las mujeres que se encuentren embarazadas o en periodo de lactancia se manejan de acuerdo a la disposición de los correspondientes reglamentos del Ministerio competente, lo que significa que tras la notificación del embarazo, ya sea por la persona o por informe del médico del seguro, se determinará la condición en que se desarrolla el embarazo, y en base a este informe se tomarán ciertas medidas:

- Reubicación del lugar de trabajo y cambio de actividad a una físicamente menos demandante.
- Evitar todo contacto con productos químicos y/o pesticidas.

#### **6.3.5.1. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

### 6.3.5.2. Indicador

$$\frac{\# \text{ medidas implementadas}}{\# \text{ medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de asistentes a la charla}}{\# \text{ de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ requisitos implementados}}{\# \text{ requisitos propuestos}} \times 100 = 100\%$$

### 6.3.5.3. Medio de verificación

- Registro de asistencia a capacitaciones.
- Informe de charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de capacitaciones.
- Señalética de seguridad industrial.
- Procedimientos de prevención y control de riesgos.

El presente valor se encuentra distribuido entre el Plan de Seguridad y el Plan de Contingencias y Emergencias, y deberá ser asumido por la empresa Contratista encargada de la fase de construcción del proyecto Metro de Quito.

### 6.3.3. Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias

Es necesario que la empresa contratista, en la fase de construcción del proyecto, disponga de un Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, el mismo que deberá ser entregado a la EPMMQ para su aprobación, que incluya programas y procedimientos, que permita responder de manera oportuna, eficaz y eficiente ante situaciones de emergencias, minimizando a su vez, las posibles afectaciones tanto al medio físico, al ambiente y por supuesto al ser humano.

Tomando en consideración lo antes expuesto, por medio del presente Plan, se establecen los lineamientos técnicos necesarios para la adecuada aplicación de acciones de contingencias y respuesta a emergencias durante la fase de construcción del proyecto Metro de Quito.

Para la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, las responsabilidades principales estarán asignadas al Gerente del Proyecto, Supervisor de la Obra, Supervisores de Área, Departamento de Salud, Seguridad, Ambiente, empresa Contratista. Estas responsabilidades y obligaciones se resumen a continuación:

1. **Gerente del Proyecto:** Tendrá las siguientes funciones y responsabilidades, tanto en la fase de construcción como de operación:

- a. Velar porque se cuenten con los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias.
- 2. Supervisor de Seguridad Industrial de la Obra:** Persona designada por la Contratista que realizará las actividades de construcción del proyecto. Se encarga de la implementación y cumplimiento del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, durante las diversas fases de la construcción, de conformidad a lo estipulado en el presente documento.
- 3. Supervisores de Área:** Personas encargadas de diversos frentes de trabajo, de las diferentes fases de la construcción del proyecto o encargadas de componentes parciales relacionados con la construcción. Se encargan de lo siguiente:
- a. Evaluar los riesgos y las medidas a aplicar previo a la ejecución de sus tareas.
  - b. Implementar el Plan de Acción apropiado a la situación según se requiera.
  - c. Mantener una estrecha comunicación con el supervisor de la obra y el encargado de seguridad en cuanto a las medidas de seguridad, su cumplimiento y la activación de los planes de acción.
  - d. Coordinar con el personal del área específica, el supervisor de la obra y el encargado de seguridad/ambiente las acciones de atención a emergencias, según corresponda, en función del tipo de emergencia suscitada.
  - e. Garantizar que el personal a su cargo conoce y puede aplicar los procedimientos definidos en los planes de acción del Plan de Contingencias.
- 4. Dirección de Responsabilidad Social y Ambiente:** Departamento designado para velar por todos los aspectos relacionados con la seguridad y/o ambiente, en el sitio de construcción. Tiene las siguientes funciones:
- a) Vigilar el cumplimiento del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias coordinando con el supervisor de la obra reuniones e inspecciones regulares para garantizar la implementación del mismo.
  - b) Investigar las causas que provoquen la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, la elaboración del reporte correspondiente y coordinar las acciones correctoras que se deriven de dicha situación tanto para los procedimientos llevados a cabo en el sitio, el Plan de Contingencias y las medidas de remediación/mitigación ambiental.
  - c) Notificar al Gerente del Proyecto y a las autoridades sobre la ocurrencia de algún incidente que requiera la implementación de alguno de los planes de acción.
  - d) Coordinar, cuando así se requiera, la participación de las autoridades y otros recursos externos, para la atención de contingencias.

- e) Garantizar que se encuentre en el sitio, en forma accesible, y en cantidades suficientes, los equipos y materiales adecuados para el control de contingencias.
- f) Coordinar los entrenamientos que sean requeridos para la correcta implementación del Plan de Contingencias.
- g) Verificar que se encuentre en el sitio, en forma accesible, y en cantidades suficientes, los equipos y materiales adecuados para el control de contingencias.
- h) Hacer cumplir los entrenamientos que sean requeridos para la correcta implementación del Plan de Contingencias.
- i) Durante el desarrollo de las operaciones, el Gerente de Responsabilidad Social y Ambiental, previo aviso a los responsables de la empresa, establecerá comunicación con representantes de las diferentes comunidades asentadas en el área de influencia de la contingencia; de manera especial cuando se presente una emergencia que constituya un riesgo inminente para el personal, población, vegetación aledaña e instalaciones.

El objetivo de este plan es:

- Asegurar que todos los informes sean verídicos.
- Representar la posición de la empresa en forma adecuada.
- Demostrar el deseo de responder adecuadamente a la emergencia.
- Informar al público sobre las acciones correctoras que se están tomando.

El Gerente General de la EPMMQ, será el vocero oficial para las comunicaciones externas.

En virtud de las responsabilidades asignadas al personal, la Contratista deberá definir qué personas específicamente ocuparán dichos cargos y actualizar los datos personales en el Plan de Contingencias.

#### **5. Empresa Contratista:**

- a) Adecuar el contenido del presente Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias a los procedimientos constructivos que empleará.
- b) Realizar un Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias específico para el tema de trabajos de excavación subterránea.
- c) Contribuir a la difusión del Plan entre todos los actores intervinientes.
- d) Realizar la implementación del Plan.
- e) Disponer de la formación y medios adecuados para el desarrollo y aplicación del mismo.

#### **6.3.3.1. Capacitación al Personal y Formación de Brigadas**

La empresa Contratista deberá capacitar a un grupo de trabajadores sobre los procedimientos de seguridad establecidos en el presente Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, para la respuesta oportuna de cualquier tipo de emergencias.

Las charlas de capacitación deberán ser programadas e impartidas por personal con amplios conocimientos y experiencia en los temas a tratar, con el fin de garantizar el entendimiento de los procedimientos establecidos para la respuesta de las emergencias. Los trabajadores deberán recibir la información completa en cuanto a los procedimientos a seguir ante una eventual contingencia y/o emergencia.

Se deberán conformar las siguientes brigadas de emergencias:

- Primeros Auxilios
- Contra Incendios
- Contención de Derrames
- Evacuación y Rescate

#### **Formación sobre Riesgos:**

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de educación:

- Instruir a cada empleado a reconocer y evitar condiciones que situaciones que puedan resultar riesgosas.
- Instruir a los empleados requeridos para actuar en casos de emergencia.
- Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones nacionales e internacionales al respecto.
- Instruir a los empleados requeridos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos.

#### **6.3.3.2. Políticas Básicas**

Las políticas básicas que deberá seguir la empresa Contratista para la ejecución del proyecto deberán basarse en:

- Respetar el medio ambiente, previniendo la contaminación y minimizando el impacto ambiental de sus actividades.
- Proteger la salud humana de sus trabajadores y población de las zonas del área de influencia del proyecto con prácticas socio-ambientales sustentables.
- Desarrollar una conducta de cultura responsable compartida entre todos los integrantes de la empresa y las empresas prestadoras de servicios.

#### **6.3.3.3. Cumplimiento de Normativa y Empleo de Buenas Prácticas**

Para conseguir el éxito de este Plan, se deberá tener en cuenta toda la normativa ambiental y de seguridad ante riesgos existentes, empleando guías y procedimientos adecuados con la finalidad de garantizar la funcionalidad del presente plan.

#### 6.3.3.4. Prioridades de Actuación

Dado que los riesgos múltiples que pueden darse pueden tener efecto sobre las personas, la propiedad y el medio ambiente en general, es necesario establecer un orden de prioridades.

Las acciones del plan atienden el siguiente orden de prioridades:

- Protección de vidas humanas
- Protección de asentamientos humanos (barriadas) e infraestructuras
- Protección de contaminación de cuerpos de aguas (acueductos, ríos, quebradas, etc.)
- Protección de contaminación de áreas verdes

**Ilustración 49 Estructura de actuación**

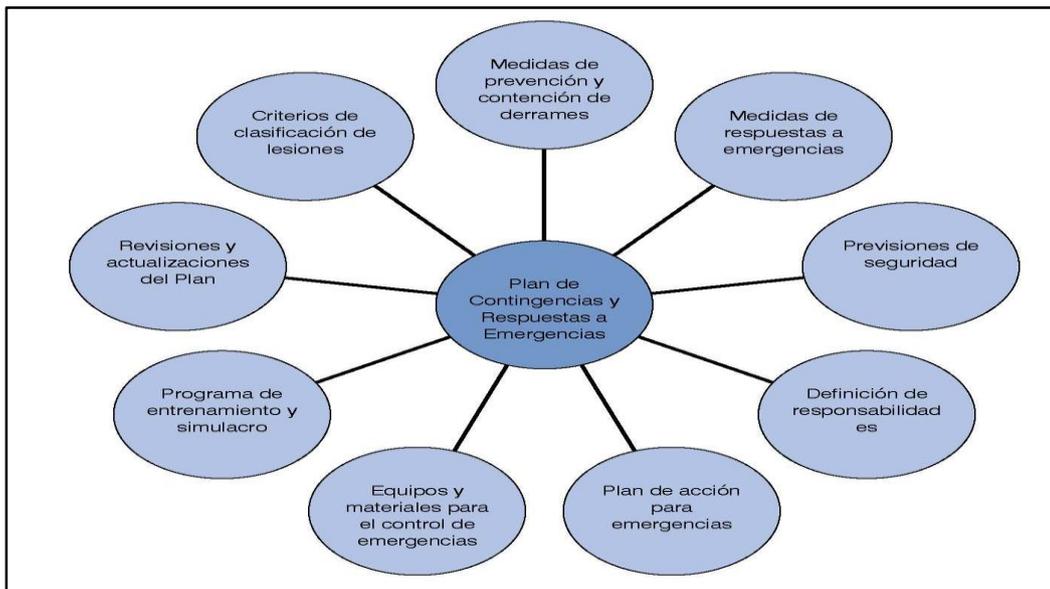


Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

#### 6.3.3.5. Organización del Plan

El Plan de Contingencias y Respuestas a Emergencias, ha sido estructurado de modo que se integren en el mismo todos los aspectos básicos que debe tener presente el personal que participa en las tareas de construcción para estar preparado y atender una contingencia. Se deberán mantener informadas a todas las autoridades competentes de cualquier cambio o evento que afecte a los procedimientos establecidos.

**Ilustración 50 Organización del Plan de Contingencias y Respuestas a Emergencias**



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

### 6.3.3.6. Medidas de Prevención y Contención de Derrames en las Obras del Metro de Quito

El Programa de manejo para derrames de combustible ha sido orientado de forma tal que pueda ser ejecutado de acuerdo a las particularidades de los sectores de riesgo que se presentan durante la construcción del Proyecto de la primera línea de Metro de Quito.

La prevención y contención son las alternativas preferidas para controlar los derrames pequeños y comunes que a menudo suceden cuando se cambia el aceite, se reparan las líneas hidráulicas y se añaden los refrigerantes a la maquinaria de construcción.

Las almohadillas absorbentes deberán colocarse en el suelo, debajo de la maquinaria, antes de efectuar el mantenimiento. El personal de mantenimiento deberá llevar los materiales absorbentes en cada pieza de equipo. El equipo que se guarde en el lugar para reabastecimiento de combustible y de mantenimiento de rutina, deberá contener pequeños equipos absorbentes.

Cada instalación y área de trabajo deberá estar adecuadamente equipada bajo normas técnicas, para satisfacer los objetivos de preparación y prevención establecidos en este plan.

Deberán efectuarse inspecciones de rutina (es decir, diarias) en los tanques de almacenamiento y en las áreas de carga y descarga. Se deben mantener los registros de tales inspecciones.

A continuación, se presenta el programa a seguir para el manejo de derrames durante la ejecución de la obra:

### **Inventario de Materiales**

Para cada uno de los materiales almacenados deberá disponerse de la Hoja con Información de Seguridad de los Materiales, también conocida como MSDS (por sus siglas en inglés). Esto con el fin de brindar información sobre los riesgos químicos del producto y los tratamientos adecuados en caso de accidentes.

Se deberá preparar un cuadro especificando todos los materiales peligrosos almacenados en cantidades mayores a los niveles domésticos y sus ubicaciones respectivas.

### **Diseño-Operación de las Áreas de trabajo. Tanques de almacenamiento**

Las áreas de trabajo deberán diseñarse, construirse, mantenerse y operarse para minimizar la posibilidad de incendio, explosión o cualquier escape accidental, repentino o no repentino de derivados de petróleo, de residuos peligrosos o de elementos de residuos peligrosos hacia el aire, el suelo o los cuerpos de agua, los cuales podrían poner en peligro la salud humana o el medio ambiente.

El Contratista deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes especificaciones y estándares de operación, al almacenar materiales peligrosos en una instalación:

- **Identificación del patrón de drenaje**

Se deberán identificar los patrones generales de drenaje para cada sitio de trabajo, exhibiéndose en un plano de sitio.

El drenaje de las áreas de almacenamiento que cuenten con diques, deberá ser retenido mediante válvulas u otros medios adecuados para prevenir un derrame u otro escape excesivo de aceite al sistema de drenaje. Las válvulas utilizadas para el drenaje de áreas con diques deberán ser de tipo manual y de diseño de apertura y cierre.

Los sistemas de drenaje deberán estar diseñados de forma adecuada para prevenir que el producto derramado llegue al suelo y a los cuerpos de agua, en caso de fallas en el equipo o error humano.

- **Tanques de Almacenamiento Masivo**

Ningún tanque deberá ser utilizado para el almacenamiento de productos peligrosos a no ser que su material y construcción sean compatibles con el tipo de materiales y con sus condiciones de almacenamiento.

Todas las instalaciones con tanques de almacenamiento masivo deberán estar construidas de manera que exista un medio secundario de contención para todo el contenido del tanque más grande, además de suficiente espacio sobrante para permitir la precipitación. Las áreas con diques deberán ser lo suficientemente impermeables como para contener los aceites u otros fluidos derramados.

- **Drenaje del Área de Contención**

En las áreas de contención no se tendrán drenajes, salvo que tales drenajes conduzcan a un área o recipiente de contención donde puedan recuperarse los derrames.

- **Almacenamiento de Combustibles y Aceites Lubricantes**

Siempre hay peligro de grandes derrames en los lugares donde se almacenan combustibles y fluidos hidráulicos, por lo que se deberán tomar precauciones en áreas donde se carguen y descarguen camiones que transporten combustibles y se carguen tambores de aceite. Se deberán implementar medidas especiales para prevenir derrames en esas áreas.

El equipo de contención deberá mantenerse cerca de los tanques y tambores para minimizar el tiempo de respuesta ante derrames y deberá incluir almohadillas o esteras absorbentes. La cantidad y capacidad de las esteras deberá ser suficiente como para contener el mayor derrame previsible.

Donde se almacenen los tanques de combustible, se debe contar con una tina con una capacidad de contención no menor al 110% del tanque mayor.

- **Estructuras Secundarias de Contención**

Para prevenir la descarga de aceite o residuos peligrosos al medio ambiente, se deberá dotar, a los tanques sobre tierra, de estructuras secundarias de contención.

Estas estructuras deberán estar diseñadas para recolectar descargas y líquidos acumulados hasta que el material sea removido.

Los derrames, fugas o cualquier exceso de precipitación se drenarán en la forma más adecuada posible, para prevenir daños a la salud humana y al medio ambiente.

Los bancos de tierra con bases llenas de grava proporcionan contención secundaria para los aceites lubricantes y tanques usados de aceite. Se procederá a la limpieza y recolección de derrames y fugas en tambores de capacidad suficiente hasta que se hagan los arreglos para la disposición adecuada fuera del sitio. El drenaje de las aguas de lluvia será aceptado cuando:

- La válvula de drenaje esté sellada (cerrada) normalmente.
- La inspección de las aguas de lluvia demuestre que éstas no ocasionarán una descarga peligrosa y asegure el cumplimiento de los estándares de calidad del agua.
- La válvula de drenaje se abra y se vuelva a sellar después del drenaje, bajo la supervisión del responsable.

Los tambores y tanques de diésel almacenados en las áreas de trabajo y patios de acopio, deberán ser ubicados en áreas cubiertas en las que haya diques de tierra de baja permeabilidad y suelos que sirvan como contención secundaria. Los derrames deberán contenerse, limpiarse y recogerse a la brevedad, en tambores de capacidad suficiente que deberán disponerse fuera del sitio, por empresas autorizadas para ello.

### **6.3.3.7. Equipo Contra incendios**

La Contratista será responsable del desarrollo y mantenimiento de un efectivo programa de protección y prevención de incendios en el sitio de trabajo, durante la fase de construcción de la primera línea del Metro de Quito.

En cada instalación se deberá contar con los medios para responder inmediatamente a una emergencia, cuando el personal se encuentre en ella, utilizando el equipo oportuno. Además deberán verificarse las siguientes apreciaciones:

- En cada instalación deben estar disponibles, sistemas de extinción de fuegos para control de incendios
- Mantener el acceso al equipo contra incendios, libre todo el tiempo.
- Ubicar todo el equipo contra incendios en lugares accesibles y contar con señales llamativas.
- Inspeccionar el equipo contra incendios en forma periódica y mantenerlo en condiciones operables. El equipo defectuoso debe ser reemplazado.
- Proporcionar una cuadrilla contra incendios equipados y entrenados.
- Proveer un extintor de capacidad no menor a 20 lb tipo ABC dentro de un radio de 15 m de donde haya más de 25 litros de fluidos inflamables o 3 kg o más de gases inflamables que sean utilizados en el sitio.
- Prohibir el uso de extintores de tetracloruro de carbono u otros extintores con líquidos volátiles tóxicos.
- Las instalaciones y estructuras deberán contar con sistemas de detección de incendios.
- Prohibir fumar en o cerca de operaciones que constituyan riesgo de incendio. Para ello colocará letreros llamativos con las leyendas “Prohibido Fumar” o “Prohibido Encender Fuegos No Autorizados”.

Además de que se deben cumplir con cada uno de los requisitos que exige el Cuerpo de Bomberos de Quito, para obtener el permiso respectivo.

#### **6.3.3.8. Instalaciones de Carga y Descarga**

Se utilizarán exclusivamente las áreas de carga y descarga de cada instalación para cargar y descargar combustibles, aceite lubricante o aceite usado. Se deberán proporcionar contenedores secundarios para las áreas de carga y de descarga.

Todas las áreas deberán utilizar colectores de goteo en las conexiones de mangueras mientras se carguen o se descarguen los líquidos. El personal de la empresa Contratista deberá estar presente durante todas las operaciones de carga y descarga. Deberán inspeccionarse todos los orificios de salida de los camiones cisterna antes de dejar el área de carga y descarga, para prevenir posibles fugas mientras esté en movimiento.

Como precaución, deberán inspeccionarse todas las válvulas en el punto de transferencia de la conexión de carga y de descarga, antes de abandonar el área después de la transferencia del material.

Si ocurre un derrame o una fuga, entonces deberá detenerse la operación de carga y descarga, contener, limpiar y recolectar el derrame antes de continuar con la operación.

Se deberá contar con un diagrama de las áreas de carga y descarga.

#### **6.3.3.9. Equipo de Control de Derrames**

Cada instalación donde se almacenen combustibles, aceites u otros productos peligrosos, deberá mantener una provisión conveniente de equipo para el control de derrames que incluya un equipo de movimiento de tierra como palas cargadoras, y materiales absorbentes, palas, rastrillos, bombas, tambores vacíos y barreras absorbentes.

El material absorbente se utilizará para recuperar los materiales derramados en el suelo o en las aguas superficiales.

El equipo colector de derrames deberá colocarse en las áreas de almacenamiento. Se podrán utilizar palas, rastrillos y bombas para recolectar cualquier residuo de material derramado en el suelo o a los cuerpos de agua. También podrán utilizarse en la construcción de terrazas, represas o diques para detener los flujos de material derramado.

#### **6.3.3.10. Sistemas de Comunicación y Alarma**

El equipo de comunicación interna y externa deberá estar compuesto, por lo menos, de radio transmisor y altavoces. Estos radios pueden utilizarse como parte del sistema de comunicación interna y externa en las áreas de trabajo. También se deberán prever equipos de comunicación en todos los camiones.

El sistema de comunicación dentro de las excavaciones subterráneas y su contacto con el exterior, deberá ser independiente del sistema (cableado) de suministro de electricidad.

#### **6.3.3.11. Equipos de Primeros Auxilios y de Protección Personal**

Cada área de trabajo deberá contener equipo de primeros auxilios (botiquines), los cuales deberán colocarse en cada frente de trabajo y en todos los automotores.

Además, según se indica en el Art. 118 del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, los empleadores, contratistas o subcontratistas de obras, deberán proveer a sus trabajadores y sin costo alguno para ellos, elementos de protección personal.

De forma genérica, los equipos necesarios quedan indicados en el correspondiente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. De forma particular, de entre ellos, y para este caso concreto, se deberán disponer:

- Manuales de seguridad industrial para cada uno de los trabajadores y empleados.
- Casco uno por año para cada trabajador y stock para visitantes en la guardiana.
- Botas con puntas de acero, un par por año para cada trabajador.
- Guantes, tener en stock suficiente para reposición.
- Radiocomunicación, para todo el personal de operación.

- Ambulancia, en convenio con la Cruz Roja o cualquier institución de salud.

Adicionalmente, el personal estará entrenado para enfrentar cualquier tipo de contingencias y mantendrá dentro de su rutina de trabajo los siguientes procedimientos:

- Uso de ropa de trabajo adecuada y cascos por parte de los trabajadores.
- Los visitantes a las localizaciones de la empresa utilizarán casco de protección.
- Stock de mascarillas, picos, palas, trajes térmicos, guantes en lugares específicos de fácil ubicación.

#### **6.3.3.12. Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Equipos**

El personal de cada área de trabajo deberá, de forma rutinaria, inspeccionar, probar y mantener el equipo de emergencia para asegurar su correcto funcionamiento.

Los radios de intercomunicación, los sistemas telefónicos, los altavoces y cualquier sistema de comunicación que se utilice, deberán ser probados diariamente.

Los equipos de extinción de incendios deberán ser inspeccionados mensualmente.

El encargado de seguridad de la Contratista, inspeccionará y exigirá el mantenimiento del equipo de abastecimiento de combustible o lubricantes de acuerdo a un estricto programa. Se presentará documentación escrita sobre los métodos empleados y el trabajo efectuado.

Todos los contenedores, válvulas, tuberías y mangueras serán examinados con regularidad para evaluar su condición general. En dicho examen se identificará cualquier signo de deterioro que pudiera provocar un derrame, así como señales de fuga. Las fugas se corregirán o repararán con la máxima celeridad.

#### **6.3.3.13. Accesos a los Sistemas de Comunicación o Alarma**

Cada vez que se manejen aceites o materiales peligrosos, el personal del área involucrado en la operación, deberá tener información de la ubicación de los sistemas de comunicación o alarma y acceso inmediato a los radios y teléfonos, ya sea directamente o mediante contacto visual o verbal con otros empleados.

#### **6.3.3.14. Requerimiento de Espacios**

Cada instalación deberá mantener espacios adecuados para el tránsito con la finalidad de permitir el desplazamiento del personal, del equipo de protección contra incendios, del equipo de control de derrames y del equipo de descontaminación sin obstrucciones entre las estructuras, cuando sea necesario.

#### **6.3.3.15. Acuerdos con Autoridades**

Se deberán efectuar acuerdos con la Policía, AMT, Bomberos, Cruz Roja, ECU 911 y equipos de respuestas a emergencias, recopilando los nombres, direcciones y teléfonos respectivos más importantes para casos de emergencia.

Se deberá informar a los hospitales y clínicas sobre las propiedades de los materiales de los residuos peligrosos que puedan utilizarse en las obras, y los tipos de herida o enfermedades que puedan generarse, con la finalidad de que estén preparados para una eventual emergencia.

Del mismo modo, se deberá invitar a las autoridades locales a la inspección de las instalaciones. Si rehúsan a hacerlo, se deberá documentar la negativa.

#### **6.3.3.16. Disposición de Equipos para Casos de Emergencia**

Se deberá preparar una lista del tipo, cantidad y ubicación de los equipos de almacenamiento, contención y limpieza a utilizarse en las áreas de trabajo, y sitios de construcción. Esta lista incluirá los procedimientos y las medidas de minimización de impactos que se utilizarán como respuesta ante un derrame.

La elección de las medidas y de los equipos de mitigación, deberán ajustarse a las características del terreno afectado así como a los tipos y cantidades de material que potencialmente podrían derramarse. Se deberá proporcionar, como mínimo, el siguiente equipo para contención y limpieza de derrames:

- Absorbentes tales como almohadas, paños y estopa para contención y recolección de los líquidos derramados
- Equipos comerciales para derrames que vienen pre empaquetados con una gran variedad de absorbentes para derrames grandes o pequeños
- Palas y retroexcavadoras para la excavación de materiales contaminados
- Contenedores, tambores y bolsas de almacenamiento temporal para limpiar y transportar los materiales contaminados

#### **6.3.3.17. Fallas de los Equipos**

Los derrames pueden ser la consecuencia de eventos impredecibles como la ruptura de los tanques de combustible, los radiadores y las líneas hidráulicas. Se acomodarán dispositivos con capacidad de absorción de hasta 20 litros.

Se capacitará al personal de la Contratista, en la operación y mantenimiento del equipo para prevenir la descarga accidental o derrames de combustible, aceites o lubricantes. El personal de la Contratista deberá también tener conocimiento de las leyes, disposiciones y reglamentos de control de la contaminación ambiental aplicables a su trabajo. Se programarán y realizarán charlas sobre la prevención de derrames con las cuadrillas de trabajadores, con la suficiente frecuencia como para garantizar el aprendizaje de las medidas de prevención de derrames. En estas charlas se pondrá especial atención a los siguientes aspectos:

- Medidas preventivas para evitar derrames.
- Fuentes de derrames, tales como fallas o mal funcionamiento del equipo.
- Procedimientos estándar de operación en caso de un derrame.
- Equipo, materiales y suministros disponibles para la limpieza de un derrame.

- Una lista de casos de derrame conocidos.
- Equipo de emergencia.
- Sistema de alarma y comunicaciones.
- Acuerdos con las autoridades locales.

#### **6.3.3.18. Medidas de Respuesta a Emergencias para las Obras del Metro de Quito**

Se deberán preparar medidas de respuesta a emergencias por derrames para minimizar los peligros que podrían afectar al personal de construcción y al medio ambiente en el caso de una descarga no planificada y repentina de materiales peligrosos hacia el aire, suelo o agua.

Para fines del plan, una emergencia se define como «la liberación de materiales peligrosos que podrían amenazar o causar daños a la salud de los seres humanos o al medio ambiente».

Las disposiciones del plan deben cumplirse siempre que se presente una emergencia e incluirán, como mínimo, los siguientes componentes:

- Contención.
- Limpieza.
- Notificación.
- Excavación y disposición final.
- Deberes de los coordinadores de emergencia.

##### **a. Contención**

La contención es la prioridad inmediata en el caso de un derrame. De ser posible, el derrame deberá ser retenido en el sitio de ocurrencia.

##### **b. Limpieza**

Los procedimientos de limpieza se iniciarán inmediatamente después de que se haya retenido el derrame.

En ningún caso se utilizará el equipo de retención para guardar el material contaminado.

Se debe mantener una lista del equipo que deberá utilizarse para facilitar la limpieza y minimizar el daño al medio ambiente.

##### **c. Notificación**

En caso de derrame, se deberá notificar al equipo de respuesta a emergencias, al Encargado Ambiental y a las autoridades competentes.

**d. Excavación y Disposición final**

La excavación y limpieza del material de derrame, el absorbente y el suelo contaminado se realizará inmediatamente y será depositado en los sitios autorizados para el proyecto y que serán utilizados por el contratista.

Aquellos productos que sean derivados del petróleo serán tratados previamente con algún producto, que acelere el proceso de biodegradación de estos residuos.

**e. Deberes de los Coordinadores de Emergencia**

Los coordinadores de emergencia de turno, deberán estar permanentemente en contacto con la responsabilidad de coordinar todas las medidas de respuesta a emergencias. Estos empleados deberán conocer a detalle todos los aspectos del Plan de Contingencia y Respuesta a Emergencias, que incluye todas las operaciones y actividades en los sitios de trabajo, la ubicación y características de los residuos manejados, la ubicación de los registros y el esquema de distribución de las zonas de trabajo.

Asimismo, deberán tener la autoridad para hacer uso de los recursos necesarios para cumplir las medidas de contingencia y realizar de ser necesaria una rápida evacuación del personal del sitio de derrame a sitios seguros para aquellos casos graves que así lo requieran.

**6.3.3.19. Previsiones en Seguridad para las Obras del Metro de Quito**

Se deberán desarrollar e implementar medidas de seguridad para evitar el libre acceso de visitantes a talleres, patio de descarga y carga de combustibles, etc.

Todas las instalaciones deberán estar totalmente cercadas por cerramiento perimetral. Se controlarán todos los accesos a las instalaciones. Todos los visitantes deberán firmar un registro en la puerta principal.

Los sitios de trabajo deberán tener una iluminación adecuada para proporcionar buena visibilidad.

**6.3.3.20. Procedimiento General de Acción para Emergencias**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al supervisor de área y al supervisor de la obra.
- El supervisor de la obra, se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del supervisor de área.
- Si el supervisor de la obra considera que la situación se puede atender con los recursos internos procede a activar el plan de acción específico a la situación.
- Si el supervisor de la obra considera que la situación no se puede atender con los recursos internos procederá a notificarlo al encargado de seguridad/ambiente.

- El encargado de seguridad/ambiente coordina con las autoridades competentes y otros recursos externos las acciones a seguir para la atención de la emergencia.
- El encargado de seguridad/ambiente procede a aplicar acciones provisionales hasta tanto llegue la ayuda externa (siempre y cuando no se comprometa la seguridad del personal).
- El encargado de seguridad, de ser necesario, procede a evacuar las instalaciones.
- El encargado de seguridad, cuando llegue la ayuda externa, brinda la información requerida para la atención de la emergencia.

#### **6.3.3.21. Procedimiento de Acción en Derrames de Combustibles o Lubricantes**

En el caso de que ocurra un derrame existen una serie de operaciones que deben ser realizadas inmediatamente, ello garantizará que las acciones futuras puedan desarrollarse con el menor riesgo posible, ya sea para el equipo de respuesta como para otras formas de vida en los alrededores del lugar del siniestro.

Es vital que la fuente del combustible sea identificada y donde sea posible, prevenir mayores derrames. En algunos casos un depósito puede haber perdido todo su contenido, pero en otros el escape deberá ser identificado antes que ocurra la pérdida total del combustible. En estos casos deberán hacerse todos los intentos para detener el escape del combustible, ya sea obturando el agujero, cerrando válvulas o desviándolo hacia un recipiente alternativo.

En cualquier evento en el que exista un derrame, la seguridad debe ser siempre el elemento principal a considerar y todas las medidas adoptadas deben conducir a ello.

Para el caso de un incendio, luego de haber sido controlado se procederá al tratamiento del derrame.

De la rapidez de la respuesta depende en gran medida el control de cualquier tipo de derrame. Lo principal es detener el flujo y rápidamente implementar las medidas apropiadas para contener el derrame y sacarlo del medio sin causar más daño.

Como norma general, el procedimiento a seguir será el siguiente:

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra.
- El Supervisor de la Obra se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del Supervisor de Área.
- Si el Supervisor de la Obra considera que el derrame se puede atender con los recursos internos procede a actuar como se señala en los puntos subsiguientes.
- Se debe detener o cortar en forma inmediata la fuente del derrame.

- Se debe trasladar al sitio donde ocurrió el derrame un extintor de incendios.
- El Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente del incidente y brinda información preliminar sobre su magnitud.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, evalúa la necesidad de coordinar acciones con otros recursos externos y procede con ello.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, según la magnitud del incidente, evalúa la necesidad de trasladarse al sitio para brindar apoyo en las actividades del plan.
- El Supervisor de la Obra coordina la contención del derrame mediante el uso, de acuerdo a la magnitud del mismo, de barreras de contención en zanjas y drenajes y el uso de material absorbente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente coordina las labores de limpieza del derrame.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos y materiales utilizados en la contención del derrame sean restituidos a su lugar de almacenamiento. En caso de derrames mayores a 50 galones, el Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **6.3.3.22. Procedimiento de Acción ante Conato de Incendio**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra quienes deberán dirigirse al sitio del incidente.
- El personal que detecta la emergencia toma el extintor, tanque de espuma o manguera que se encuentre más próximo al sitio del incidente y procede a extinguir el conato de incendio; si no conoce cómo manejar el sistema de extinción pide asistencia a personal que se encuentre en el sitio.
- Una vez controlado el conato de incendio, el Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.

Los combustibles son altamente inflamables, por ello es necesario evitar:

- Fuentes con temperatura elevada, ejemplo: motores de vehículos.

- Si se descubre un conato de incendio, los 30 primeros segundos son los más importantes. De inmediato el conductor debe:
  - Detener el vehículo en la zona más segura.
  - Si alguna persona se encuentra cerca, debe ser él quien dé el aviso, mientras el conductor trata de combatir el incendio utilizando el extintor de polvo químico del vehículo.

Los indicios previos a una explosión son el aumento del volumen de la llama, variación del color, así como el incremento del ruido.

Si el incendio adquiere proporciones, alejarse de la zona e impedir el acceso, para esperar a que llegue la ayuda.

Es importante conocer los diferentes tipos de incendio que producen los distintos materiales:

**Clase A:** Provocado por materiales (madera, basura, papeles, etc.), estos se combaten utilizando agua en chorro niebla.

**Clase B:** Producido por líquidos inflamables (derivados de los hidrocarburos). Estos se combaten utilizando un extintor de polvo químico seco, (PQS).

**Clase C:** Producido por equipos eléctricos, se emplearán agentes extintores no conductores de electricidad, caso del extintor de polvo químico seco del tipo ABC. No debe utilizarse agua por ningún motivo, ya que se puede tener un shock eléctrico.

#### 6.3.3.23. Procedimiento de Acción en Incendios

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra.
- El Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a coordinar con el Cuerpo de Bomberos de Quito su asistencia para la atención del incidente y se dirige al sitio.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal, procede de ser posible a organizar al personal para iniciar las labores de extinción mientras se espera la llegada del Cuerpo de Bomberos de Quito
- Según la magnitud del incidente, el Encargado de Seguridad/Ambiente evaluará la necesidad de evacuar el sitio y espera la llegada del personal del Cuerpo de Bomberos de Quito.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **6.3.3.24. Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores (contusiones y laceraciones)**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera el accidentado.
- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.
- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos ya utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **6.3.3.25. Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con el Manejo de Sustancias Químicas**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y la hoja de seguridad (MSDS) de la sustancia química involucrada en el incidente.
- El personal que detecta la emergencia procede a aplicar los primeros auxilios de acuerdo a las instrucciones definidas en la hoja de seguridad de la sustancia química.
- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.

- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada y se asegura que se le suministre al centro médico la hoja de seguridad de la sustancia química que produjo la situación de emergencia.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

**6.3.3.26. Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores (pérdida de conocimiento, hemorragias, dolor intenso y otras)**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios. Este último deberá dirigirse en forma inmediata al sitio donde se encuentra el afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
- Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado
- No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente cuál es la acción de traslado que procede.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, coordina el traslado con recursos internos o externos de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

**6.3.3.27. Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con Riesgos Biológicos**

- El personal que detecta la emergencia, o el afectado si no se encuentra impedido para ello, debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera.

- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra la persona afectada, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar a la persona a una clínica a recibir atención especializada.
- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **6.3.3.28. Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores Relacionados con Riesgos Biológicos**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
  - Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado.
  - No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente cuál es la acción de traslado que procede.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, coordina el traslado con recursos internos o externos de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **6.3.3.29. Procedimiento de Acción ante Colapso en la Clave del Frente de Excavación del Túnel**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.

- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuo de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación, tanto en superficie como en subterráneo, y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctivas que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **6.3.3.30. Procedimiento de Acción ante Inundación del Frente de Excavación del Túnel**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel. En caso necesario se activará el sistema de suministro de electricidad y bombeo de emergencia.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación, y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

### 6.3.3.31. Procedimiento de Acción ante Explosión

Tal y como se ha comentado en el correspondiente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, la traza de la Primera Línea del Metro de Quito puede discurrir cerca de estaciones de servicio, bajo ellas o por zonas que pueden estar contaminadas por infiltraciones de combustible.

Cuando se realice la excavación de estas zonas, existe la posibilidad de que se den riesgos por explosión. Independientemente de esto, esos suelos deberán ser descontaminados, tomando las medidas correctoras adecuadas para evitar la contaminación de masas de agua superficiales o subterráneas.

Previo a la excavación, será preciso identificar las zonas en las que pudiese ocurrir este riesgo, realizar el monitoreo de las áreas identificadas previo a su intervención y verificar que la tuneladora cuente con medidor de gas, con la finalidad de minimizar el riesgo por explosión. En el caso de que se produjese alguna explosión, se deberá actuar de la siguiente manera:

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie, incluyendo la eventual necesidad de evacuación de la infraestructura de superficie potencialmente afectada.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias, así como de evaluación de los potenciales daños sufridos por la infraestructura de superficie.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes y, si corresponde, a los oficiales de agencias de seguros, sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **6.3.3.32. Procedimiento de Acción ante la Afectación Súbita de Infraestructuras durante las Excavaciones Subterráneas**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie, incluyendo la eventual necesidad de evacuación de la infraestructura de superficie potencialmente afectada.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias, así como de evaluación de los potenciales daños sufridos por la infraestructura de superficie.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes y, si corresponde, a los oficiales de agencias de seguros, sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **6.3.3.33. Procedimiento de Acción ante Caída Total del Suministro de Electricidad en Excavaciones Subterráneas**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.

- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata inspección del interior del túnel /excavación subterránea y la subsecuente activación del sistema de suministro de electricidad de emergencia para la reactivación de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra del Contratista evalúa la situación y ejecuta las medidas correctoras que fueran necesarias. En caso necesario coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la re-evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

#### **6.3.3.34. Procedimiento de Acción en el Caso de Salida de Suelos Contaminados durante la Excavación del Túnel**

- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Supervisión Ambiental de la EPMMQ y a la Fiscalización.
- La EPMMQ, realizará la inspección para verificar la presunción de suelos contaminados, analizará los informes de la Fiscalización y dará la orden a la Contratista para retirar el material y ser llevado a un sitio designado en las escombreras del proyecto, el mismo que debe contar con las características de diseño técnico para el almacenamiento temporal de este tipo de material. Este material será almacenado temporalmente hasta que los responsables de la contaminación se hagan cargo de la remediación de los mismos.
- La Contratista tiene la obligación de llevar registros de volúmenes, cantidades y características de los materiales retirados, y se deberá tomar referencia del lugar de donde provienen.
- La EPMMQ realizará la notificación a la autoridad competente en este caso la Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito, para que esta a su vez notifique a los responsables de la contaminación para que se proceda a su remediación.
- La EPMMQ entregará este material, mediante registros de entrega de volúmenes y cantidades a los responsables de la contaminación.

### **6.3.3.35. Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Erupción Volcánica**

#### **Antes:**

- Conocer el mapa de los peligros volcánicos que le pueden afectar. Allí se delimitan las zonas de alto, mediano y bajo riesgo.
- Conocer las rutas de evacuación y tener prevista la posibilidad de alojarse temporalmente en otro sitio alejado de la zona de riesgo.
- Dar a conocer a todos los trabajadores del sitio de encuentro. Si se presenta la posibilidad de que ocurra una erupción y se puede verse afectado, probablemente la única medida de prevención correcta sea evacuar.
- Enterarse de las medidas del plan de contingencia de la localidad.
- Tener preparados y conocer la ubicación de los equipos de emergencia y primeros auxilios.
- Tener un directorio telefónico para, en caso de necesidad, poder llamar a Bomberos, Policía, y Entidades de Emergencia.

#### **Durante:**

- Ante todo conservar la calma; el pánico puede producir más víctimas que el fenómeno natural.
- Cumplir con los planes de emergencia acordados.
- Alejarse de los valles y ríos por donde puedan bajar flujos de ceniza y rocas calientes, lava, lodo y emanaciones de gases. Procurar no estar cerca de terrenos que hayan sufrido derrumbes.
- Salir de los vehículos o maquinaria pesada de trabajo procediendo previamente a la desconexión de la misma.
- Si la ceniza volcánica comienza a caer poner en práctica las siguientes recomendaciones:
  - Buscar refugio bajo techo y permanecer allí hasta que el fenómeno haya pasado.
  - Respirar a través de una tela humedecida en agua, esto evitará el paso de los gases y el polvo volcánico y utilizar mascarillas.
  - Protegerse los ojos cerrándolos tanto como sea posible o utilizar visores o gafas que cubran completamente los ojos.
  - Cubrirse con un sombrero y ropas gruesas.
  - En caso de una fuerte lluvia de ceniza no utilizar los vehículos.
  - La única protección contra la lluvia de ceniza y material volcánico de tamaño considerable son los refugios y techos reforzados.

- Debido a que las explosiones del volcán pueden causar ondas de aire o de choque que pueden romper los vidrios de las ventanas, colocar cintas adhesivas en forma de X, o en último caso poner tablas que impidan la caída violenta de los mismos.

**Después:**

- Mantener en sintonía la radio para recibir instrucciones.
- Permanecer en el sitio seguro hasta que las autoridades informen que se ha vuelto a la normalidad.
- Antes de entrar a los edificios o zonas de trabajo revisar que no han quedado debilitadas las estructuras por la erupción.
- Evitar hacer uso de líneas telefónicas, caminos, transportes, servicios médicos y hospitalarios si no es estrictamente necesario. Muchas personas pueden necesitarlos con real urgencia.
- Eliminar la acumulación del material volcánico caído sobre los techos ya que por el peso éstos pueden derrumbarse. Este riesgo crece si se presentan lluvias porque el agua aumenta el peso de los materiales sobre los techos.
- Colaborar con las tareas propias de la atención y recuperación de la emergencia.

**6.3.3.36. Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Sismos**

En caso de terremoto, es preciso seguir las siguientes consideraciones:

**Antes:**

- Tener preparados y conocer la ubicación de los equipos de emergencia y primeros auxilios.
- Prever un plan de actuación en caso de emergencia y asegurar el reagrupamiento de los trabajadores en un lugar seguro.
- Tener un directorio telefónico para, en caso de necesidad, poder llamar a Bomberos, Policía, y Entidades de Emergencia.
- Revisar la estructura de las instalaciones y, sobre todo, asegurarse de que tengan una buena fijación a los elementos estructurales.

**Durante:**

Mantener y transmitir la calma. Agudizar la atención para evitar riesgos y recordar las siguientes instrucciones:

- Dentro de un edificio buscar estructuras fuertes: bajo una mesa, bajo el dintel de una puerta, junto a un pilar, pared maestra o en un rincón y proteger su cabeza.
- Salir de los vehículos o maquinaria pesada de trabajo procediendo previamente a la desconexión de la misma.

- Nunca huir precipitadamente hacia la salida.
- Fuera de un edificio, alejarse de cables eléctricos, cornisas, cristales, pretilas, etc.
- No acercarse ni entrar en los edificios para evitar ser alcanzado por la caída de objetos peligrosos (cristales, cornisas, etc.). Ir hacia lugares abiertos, no correr y tener cuidado con el tráfico.

**Después:**

- Guardar la calma y hacer que los demás la guarden. Impedir cualquier situación de pánico.
- Comprobar si alguien está herido, prestarle los auxilios necesarios. Los heridos graves no deben moverse, salvo que se tenga conocimientos de cómo hacerlo; en caso de empeoramiento de la situación (fuego, derrumbamiento, etc.) moverlos con precaución.
- Utilizar botas o zapatos de suela gruesa para protegerse de los objetos cortantes o punzantes.
- No reparar de inmediato los desperfectos, excepto si hay vidrios rotos o botellas con sustancias tóxicas o inflamables.
- Apagar cualquier incendio, si no pudiera dominarlo contacte inmediatamente con los bomberos.
- Después de una sacudida muy violenta salir ordenada y paulatinamente del lugar que ocupen, sobre todo si éste tiene daños.
- Alejarse de las construcciones dañadas. Ir hacia áreas abiertas.
- Después de un terremoto fuerte siguen otros pequeños, réplicas que pueden ser causa de destrozos adicionales, especialmente en construcciones dañadas. Permanezca alejado de éstas.
- Si fuera urgente entrar en edificios dañados hacerlo rápidamente y no permanecer dentro. En construcciones con daños graves no entrar hasta que sea autorizado.
- Mantener en sintonía la radio para recibir instrucciones.

**6.3.3.37. Equipos y Materiales para el Control de Emergencias en las Obras del Metro de Quito**

A continuación, se presenta el listado de equipos y materiales que deben estar disponibles en distintos puntos de la obra para su utilización durante la implementación de los diversos planes de acción.

Una vez se defina, el esquema o las áreas de trabajo durante la construcción, la Contratista deberá elaborar diagramas del sitio donde se muestre la ubicación de los equipos y materiales para el control de emergencias, así como las cantidades mínimas que se deben mantener en inventario.

Durante la fase de construcción de la primera línea del proyecto Metro de Quito, se deberán mantener en el sitio los siguientes equipos y materiales:

- Extintores contra incendios portátiles.
- Cilindros de extinción con espuma.
- Mangueras contra incendios.
- Booms y pads absorbentes.
- Productos de limpieza de derrames pequeños de combustibles.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camillas para el transporte de heridos/contusos.
- Equipo de comunicación.
- Equipo de protección personal para actividades de limpieza, incluyendo guantes de caucho y de cuero, lentes protectores y vestimenta de protección.
- Palas, machetes y picos.
- Bolsas plásticas grandes.
- Carros con suministro autónomo de energía (baterías) sobre rieles, para la inspección del túnel.
- Linternas manuales, de casco de seguridad y de cadera.

El inventario de estos equipos y materiales deberá verificarse mensualmente.

#### **6.3.3.38. Programa de Entrenamiento de los Trabajadores y Simulacro**

El Programa de entrenamiento es fundamental para garantizar que los trabajadores conozcan y tengan las aptitudes necesarias para atender las posibles emergencias que ocurran en el sitio durante la fase de construcción del proyecto Metro de Quito.

Al personal que participará en la fase construcción del proyecto Metro de Quito, se le deberá dar un entrenamiento inicial previo al inicio de los trabajos en el sitio, y periódicamente participar en charlas para afianzar el entrenamiento inicial.

El plan de prevención de desastres y evacuación debe ser desarrollado en colaboración con los servicios de emergencia (policía, bomberos, ambulancia, etc.).

Para enfrentar con eficiencia el evento, todo el personal recibirá entrenamiento teórico-práctico que será ejecutado en dos fases. En la primera se especificarán las responsabilidades de cada integrante. Se dictarán charlas sobre los aspectos relacionados con las causas de los diferentes eventos que pueden presentarse en las instalaciones, áreas comprometidas, población ubicada en la vecindad, evacuación de animales, etc.

En la segunda fase se realizarán prácticas de desplazamiento de equipos y personal (con controles de tiempo) y prácticas sobre la instalación del equipo. Se probará la

eficacia de los equipos de comunicación, se analizará la secuencia de acciones a desarrollarse para una contingencia y prácticas *in situ*.

Estos procedimientos son necesarios para promover un espíritu de seguridad, hacer conciencia de la importancia que tiene el eliminar los accidentes y una vigilante actitud para corregir circunstancias y prácticas que podrían terminar en un accidente.

Algunas herramientas que pueden ser utilizadas como mecanismos educativos son:

- Filmación de un entrenamiento de mitigación: Exhibir la filmación de un entrenamiento es una opción válida para presentar una idea global de cómo abordar la respuesta a un incidente, allí pueden observarse secuencias en movimiento, además de proporcionar el ambiente adecuado.
- Esta técnica debe ser complementada con otras como proyección de diapositivas y fotografías, que contribuyen a ilustrar de una mejor manera los procedimientos que el personal de respuesta realizará.

Por medio del entrenamiento se da a conocer al personal cuál debe ser el procedimiento seguro para llevar a cabo las operaciones de respuesta al incidente; se deben describir los diferentes tipos de riesgos y los pasos a dar para enfrentar un evento contingente y resaltar la importancia y las razones para exigir el uso del equipo protector especial, su uso y cuidado.

El análisis de la seguridad en las labores de respuesta a una contingencia proporcionará la información necesaria para el entrenamiento. A la vez que da herramientas para preparar el método de seguridad adecuado, descubriendo los peligros, señalando las precauciones a tomar y recomendando acciones específicas a seguir en cada operación.

#### **6.3.3.39. Revisiones y Actualizaciones del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias**

El Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, deberá ser revisado anualmente con el fin de actualizar los procedimientos e información contenida en éste.

Es responsabilidad del encargado de seguridad de la Contratista, en coordinación con el encargado de ambiente, realizar dichas revisiones y actualizaciones, las cuáles a su vez deberán ser aprobadas por el gerente del proyecto y por la EPMMQ.

Se deberán llevar controles de las actualizaciones realizadas y garantizar que el personal conozca dichas modificaciones.

En el proceso de actualización se deberá informar a las autoridades competentes los cambios realizados a los planes de contingencias y acoger cualquier observación o recomendación que tengan las mismas.

Es de vital importancia, como parte del proceso de actualización, evaluar las situaciones ocurridas donde fue necesaria la activación de alguno de los planes de acción, con el fin de determinar las causas de los incidentes, los resultados obtenidos con la implementación del plan y las necesidades de modificación a los procedimientos pre-establecidos.

#### **6.3.3.40. Criterios para Clasificación de Lesiones Personales**

Con la finalidad de actuar de la manera más eficaz posible, y poder tomar decisiones adecuadas, se indican a continuación los criterios mínimos recomendados para la clasificación de las lesiones personales:

##### **Lesiones no Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.
- Dolor: sin dolor.
- Hemorragia: hemorragia menor.
- Estado del accidentado: consciente.
- Fiebre: baja.
- Otros: contusiones, erupciones cutáneas, dislocaciones, fracturas, otros considerados por el médico principal.

##### **Lesiones Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.
- Dolor: moderado.
- Hemorragia: hemorragia menor no controlable.
- Estado del accidentado: pérdida de conocimiento posterior al trauma, sin otros síntomas.
- Fiebre: >38,5 °C.
- Otros: contusiones, desolladura, dislocaciones, fracturas, intoxicación no sistémica, otros considerados por el médico principal.

##### **Lesiones Muy Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.
- Dolor: severo.
- Hemorragia: severa, no controlable.
- Estado del accidentado: alterado, pérdida de conocimiento sobre evidencia de trauma.
- Fiebre: >38,5 °C constante.
- Otros: quemaduras serias (2º o 3er grado en la cara, ojos, manos, articulaciones...), urgencias médicas, urgencias quirúrgicas, víctima de inmersión, otras consideraciones del médico principal.

##### **Lesiones con Carácter de Emergencia**

- Amenaza mortal: si (cierre de vías respiratorias, falta de respiración, sin pulso, estado de shock).

- Dolor: severo.
- Hemorragia: profusa.
- Estado del accidentado: convulsiones.
- Fiebre: >41 °C.
- Otros: quemaduras graves, víctimas de explosión, descarga eléctrica, traumas múltiples (vertebral-medular, cierre severo del tórax o abdomen, caídas desde altura, afectación de vísceras), emergencia cardiovascular, emergencia médico-quirúrgicas, amputaciones de miembros, traumas oculares severos, otros considerados por el médico principal.

#### **6.3.3.41. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.3.42. Indicador**

$$\frac{\# \text{ medidas implementadas}}{\# \text{ medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de asistentes a la charla}}{\# \text{ de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de capacitaciones a brigadas efectuadas}}{\# \text{ capacitaciones a brigadas requeridas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ Simulacros efectuadas}}{\# \text{ Simulacros planificados}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.3.3.43. Medio de verificación**

- Registro de asistencia de capacitaciones.
- Informe de las charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de capacitación.
- Informes de contingencias y simulacros.

El presente valor se encuentra distribuido entre el Plan de Seguridad y el Plan de Contingencias y Emergencias.

#### **6.3.4. Plan de Relaciones Comunitarias**

La ciudad de Quito, Distrito Metropolitano, capital del Ecuador, cuenta con una población de 2.239.191, con un crecimiento acelerado durante los últimos años, la movilidad en la ciudades se ha convertido en uno de los temas más complejos para todas y todos los habitantes de la capital ecuatoriana.

En el marco del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) para la ciudad de Quito, el Metro se inserta como eje articulador de dicho sistema y será el principal modo de transporte de pasajeros de la ciudad. El SITM incorpora además a los actuales modos de transporte masivo BRT's (Bus de Tránsito Rápido); y, al sistema de buses convencionales que servirán a la ciudad en sentido transversal y longitudinal, con los cuales se complementa una oferta de transporte moderno, eficiente y sostenible orientada a aliviar la creciente demanda de movilidad en la ciudad.

El trazado de la Primera Línea contempla un recorrido de 22 Kilómetros totalmente subterráneos, desde la Estación Quitumbe al sur, hasta la Estación El Labrador al norte de la ciudad, con un total de 15 estaciones. El túnel de la vía del metro será construido en base a métodos adecuados a las condiciones geológicas y geotécnicas de los suelos; así se utilizarán los métodos constructivos: entre pantallas, convencional y tuneladora. Según el último censo la población total en el área de influencia directa del trazado es de 46.633 habitantes.

##### **6.3.4.1. Objetivos**

El Plan de Relaciones Comunitarias tiene como objetivos i)implementar un proceso de relacionamiento permanente e inclusivo con los distintos actores en todas las fases del proyecto, estableciendo relaciones en etapa temprana para crear un tono positivo con los distintos actores; ii)promover un proceso participativo relacionado con el Metro el cual es parte del Sistema Integrado de Transporte Masivo; iii) lograr una buena relación con los actores sociales basados en aspectos esenciales e intangibles como la confianza, respeto mutuo, comprensión; iiiii), establecer una relación dialógica con la comunidad que permita prevenir situaciones de conflicto durante la construcción y operación del Metro.

#### **6.3.4.2. Programas del Plan de Relaciones Comunitarias**

Los programas del PRC para la Primera Línea del Metro de Quito contribuirán a cumplir los compromisos ambientales y sociales establecidos para la construcción del Metro. El Plan de Relaciones Comunitarias implementará tres programas: i) Acuerdos y Gestión de Reclamos ii) Relacionamiento Comunitario iii) Información y Seguimiento.

#### **6.3.4.3. Programa de acuerdos y Gestión de Reclamos**

Este Programa permitirá gestionar las reclamaciones, quejas o inquietudes de los grupos de interés del área de influencia del Metro de Quito y proporcionar respuestas rápidas a las molestias que se presentarían especialmente en la fase de construcción del metro, de esta forma procesar situaciones que de no hacerlo podrían generar situaciones conflictivas. En caso de existir afectaciones se procederá a analizarlas y verificarlas técnicamente con el fin de establecer de mutuo acuerdo, una solución con las partes afectadas.

##### **6.3.4.3.1. Objetivos**

Impulsar el establecimiento de Acuerdos con los distintos grupos de interés del área de influencia del Proyecto como mecanismo para la resolución de conflictos.

Establecer un procedimiento para la gestión de las reclamaciones, quejas o inquietudes ciudadanas generadas por la ejecución del Proyecto.

##### **6.3.4.3.2. Medidas para la gestión de reclamaciones**

Para la gestión de las reclamaciones, quejas o inquietudes de los pobladores ubicados en el área de influencia del Metro de Quito, se desarrollarán varios mecanismos que permitirán receptorlas y gestionarlas, entre los que estarían:

- Oficinas de campo en las zonas de construcción de estaciones, para gestionar de forma directa e inmediata las consultas o reclamos de la ciudadanía durante la fase de construcción.
- Buzones de sugerencias y reclamos instalados en las Administraciones Zonales y en las estaciones del metro una vez se inicie la fase de construcción
- Página Web y en redes sociales, la implementación de una dirección o página en redes sociales para receptor las quejas o sugerencias y dar respuesta a las mismas.

La Gerencia de Responsabilidad Social y Ambiental de la EPM Metro de Quito, responderá siguiendo el procedimiento establecido para la gestión de quejas y reclamos.

##### **6.3.4.3.3. Medidas para los acuerdos**

Con las personas que realicen las reclamaciones, quejas o inquietudes se procederá a mantener reuniones para establecer si el motivo que las provocó son de responsabilidad del proyecto Metro de Quito, de ser así, se implementarán las medidas de manejo correspondientes en la actividad que generó dichas reclamaciones, quejas, o inquietudes entre los moradores ubicados en el área de influencia del proyecto Metro de Quito. Las medidas a tomar podrían ser la correcta aplicación de procedimientos establecidos en el PMA o la determinación de nuevas medidas o procedimientos que permitan dar pronta respuesta a estas demandas o exigencias de los moradores.

En los casos comprobados de que existe algún tipo de afectación por las actividades de construcción del metro, se realizará un informe técnico que permita iniciar un proceso de negociación y acuerdos.

El procedimiento implica levantar informes en los cuales debe constar claramente el tipo de la afectación, magnitud de la afectación, ubicación en el trazado, información del afectado, actividad que provocó afectación, negociación realizada, y firma del Acuerdo con el afectado.

#### **6.3.4.4. Programa de Relacionamiento Comunitario**

A través de este Programa la EPMMQ establecerá el necesario proceso de relacionamiento con los diversos actores de interés y de manera especial con aquellos que se encuentran en el área de influencia del Proyecto.

##### **6.3.4.4.1. Objetivos**

Establecer una serie de actividades que permitan una adecuada relación con los actores de interés para el desarrollo y avance del proyecto.

Proporcionar mecanismos de interacción con los principales actores sociales, en zonas afectadas o de influencia directa e indirecta.

##### **6.3.4.4.2. Medidas del Programa de Relacionamiento**

Las acciones a ejecutarse se las detalla a continuación y parten del criterio que es necesario en primer lugar un conocimiento sobre los actores, sus intereses, situación y contexto para poder desarrollar una mejor gestión o relacionamiento comunitario:

- Establecer un relacionamiento directo con los diversos actores del área de influencia.
- Visitas personalizadas, se considera que las visitas a los moradores y dueños de negocios es un mecanismo que permite una interacción directa con los principales actores sociales por lo que se plantea seguir implementando esta medida durante la fase de construcción.
- Visitas guiadas a los frentes de trabajo, con el fin de dar a conocer el proyecto a

la comunidad y el beneficio que generará.

#### **6.3.4.5. Programa de información y seguimiento**

El Programa de Información y Seguimiento contempla desarrollar diversas actividades que amplíen los espacios de información en los cuales los distintos actores sociales conozcan y opinen sobre el proyecto Metro de Quito. Estos espacios permitirán la accesibilidad de las personas a recibir una información transparente, objetiva y de primera mano.

Con la ejecución del Programa de Información y Seguimiento se logrará una retroalimentación de información que permitirá responder de forma inmediata a las inquietudes, consultas, dudas, de los actores sociales involucrados en el proyecto Metro de Quito. Esta política de información contribuirá fuertemente en el mejoramiento continuo de las relaciones establecidas con los grupos de interés.

A través de este programa los grupos de interés estarán informados permanentemente con lo cual se limitaría al máximo la presencia de situaciones conflictivas por ausencia de información.

##### **6.3.4.5.1. Objetivos**

- ✓ Informar a los grupos de interés sobre los aspectos técnicos el proyecto Metro de Quito, los beneficios para la ciudadanía, y la contribución en el mejoramiento de la movilidad en la ciudad.
- ✓ Difundir información sobre las actividades desarrolladas durante las fases de construcción y operación del proyecto Metro de Quito.
- ✓ Difundir los resultados de la ejecución del Plan de Manejo Ambiental
- ✓ Establecer mecanismos de comunicación específicos de acuerdo al trazado del proyecto

##### **6.3.4.5.2. Medidas del programa de información y seguimiento**

La ejecución del programa de Información y seguimiento promoverá la participación ciudadana a través de procesos sostenidos de información y seguimiento, para esto se realizarán acciones que apuntalen estos procesos.

Implementar espacios de información dirigidos a los grupos de interés durante la ejecución del proyecto Metro de Quito, como la instalación de oficinas de campo para informar a la población.

Ejecutar el respectivo plan de actividades para los procesos de información y seguimiento.

Desarrollar un plan de aviso dirigido a los actores sociales del área de influencia para advertir de las actividades de construcción que se realizarán y de las medidas que se tomarán para mitigar las molestias causadas que serán temporales.

#### **6.3.4.5.3. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La contratista, tiene la obligación de apoyar en la implementación de las medidas del presente plan a la EPMMQ, y realizar acciones correctivas que sean requeridas de forma oportuna para su cabal cumplimiento.

#### **6.3.4.5.4. Medio de Verificación**

- Cronograma de la ejecución del programa de Información y Seguimiento.
- Registro fotográfico de instalación de oficinas de campo para informar a la población sobre el proyecto.
- Registros de cumplimiento del plan de aviso dirigido de actividades de actores sociales del área de influencia.

#### **6.3.4.5.5. Indicadores**

No aplica

### **6.3.5. Plan de Capacitación Ambiental**

#### **6.3.5.1. Objetivo**

El objetivo del presente Plan es garantizar la capacitación de todo el personal de la empresa Contratista que labore en la fase de construcción del proyecto del Metro de Quito, en temas de Gestión Ambiental, Protección y Preservación de los Ecosistemas y los Recurso Naturales.

La capacitación a ser impartida deberá contemplar una serie de temas relacionados con la prevención, control, mitigación de la contaminación ambiental, procedimientos de seguridad en protección ambiental y protección laboral, manejo de desechos comunes, especiales y peligrosos, riesgos inherentes a las actividades propias del proyecto, entre otros.

#### **6.3.5.2. Registros**

Será necesario establecer para la fase de construcción del proyecto, un cronograma interno de capacitación con el fin de garantizar que todos y cada uno de los trabajadores que participan en el proyecto asistan a las charlas educativas.

Se deberán generar registros de asistencia y evaluación a los participantes. Para el registro de asistencia a los diferentes charlas y/o cursos de capacitación, se podrá emplear los formatos que tiene establecidos la empresa Contratista, para dichas actividades con el fin de facilitar las labores en el desarrollo de los mismos, sin embargo a continuación se indica una hoja de control de asistencia sugerida, la cual podrá ser utilizada o servir de referencia para ajustar o mejorar la existente:

**Tabla 41 Registro y Control de Asistencia a Charlas de Capacitación**

<b>Número de registro:</b>					
<b>CONTROL DE ASISTENCIA</b>					
<b>Nombre de la Charla:</b>					
<b>Facilitador:</b> _____					
<b>Fecha de inicio:</b> _____				<b>Duración:</b> _____	
<b>No</b>	<b>Nombre del Participante</b>	<b>Área</b>	<b>Firma</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Observación</b>
1					
2					
3					
<b>Observaciones:</b>					
<b>Coordinador:</b> _____					

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

**6.3.5.3. Aspectos y Actividades del Plan**

Los temas de las capacitaciones a ser brindadas estarán relacionados con la prevención, control, mitigación de la contaminación ambiental, manejo y eliminación de desechos, disposición de excretas, manejo de hidrocarburos, almacenamiento de productos químicos y normas de seguridad industrial que garanticen el cumplimiento de

procedimientos seguros. Igualmente se deberá brindar entrenamiento al personal que recibe esta capacitación a fin de garantizar una adecuada respuesta ante situaciones de emergencia. La capacitación será impartida mediante seminarios o charlas tipo taller y por personal profesional que cuente con preparación y experiencia en el tema.

#### **6.3.5.4. Temas Ambientales**

La capacitación y concienciación tienen el propósito de impartir:

- Conceptos generales sobre medio ambiente.
- Buenas prácticas en almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos, no peligrosos y especiales.
- Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- Almacenamiento y manejo de productos químicos, combustibles y otros derivados de hidrocarburos.
- Concienciación sobre las consecuencias para con el entorno, en caso de existir eventos mayores como derrames, incendios.

Es importante mencionar que de identificarse otros grupos y necesidades de capacitación durante la etapa de construcción del proyecto, estas deberán ser tomadas en cuenta para ser impartidas. La fiscalización, deberá velar por el cumplimiento del programa de capacitación por parte de la contratista.

#### **6.3.5.5. Temas Seguridad Industrial**

- Condiciones ambientales del trabajo.
- Procedimientos especiales.
- Equipos de protección personal.
- Protección y prevención contra incendios.
- Medicina laboral preventiva: primeros auxilios.
- Traslado de accidentados y enfermos.
- Normas de protección para mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.
- Condiciones seguras de trabajo y actuaciones inseguras.
- Peligros y riesgos.

- Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo.
- Uso adecuado de herramientas manuales.
- Manipulación de materiales.
- Señalización preventiva.
- Equipos pesados y maquinaria de elevación
- Manejo de materiales peligrosos.
- Manejo de combustibles.
- Reglas de conducta en los campamentos.

#### **6.3.5.6. Concienciación e Información Ambiental para la Población**

Además de las charlas de capacitación, otras actividades complementarias consisten en la edición, impresión y distribución de folletos informativos y guías educativas expresadas en el lenguaje local de la población objetivo, que resuman los principales puntos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.

- En qué consiste el proyecto, como se realiza y cuál es su objetivo.
- Políticas ambientales de la empresa.
- Guías y procedimientos para las distintas fases de la actividad.
- Planes de contingencia.
- Sistemas de monitoreo y control.
- Riesgos existentes.
- Tratamiento de residuos peligrosos y reciclables.
- Señalización de obra.
- Responsabilidad ciudadana.

#### **6.3.5.7. Actores de capacitación**

- La capacitación estará dirigida a todos los profesionales y trabajadores de la Contratista, así como a los grupos de contingencias definidos.

- ✓ Se deberá involucrar a subcontratistas que participen en las actividades de construcción del proyecto de Metro de Quito.
- Las capacitaciones y talleres serán impartidos por profesionales idóneos que cuenten con la experiencia necesaria.

#### **6.3.5.8. Metodología de Capacitación**

- Conferencias.
- Charlas.
- Talleres de entrenamiento.
- Simulacros.

#### **6.3.5.9. La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en temas ambientales**

- Elaborar y difundir un programa de capacitación en educación ambiental que sea aplicado durante todo el tiempo de la construcción.
- La contratista, responsable por la ejecución del presente Plan deberá establecer un cronograma interno de capacitación.
- La capacitación y concienciación ambiental tienen el propósito de impartir conceptos generales sobre el medio ambiente y la protección al mismo.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de asistencia y evaluación de los participantes.
- El contenido de las charlas capacitación que deberán recibir los trabajadores de la contratista incluirá los siguientes temas:
  - Conceptos generales sobre medio ambiente.
  - Buenas prácticas en almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos, no peligrosos y especiales.
  - Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
  - Almacenamiento y manejo de productos químicos, combustibles y otros derivados de hidrocarburos.
  - Concienciación sobre las consecuencias para con el entorno, en caso de existir eventos mayores como derrames, incendios.

#### **6.3.5.10. La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en**

### **temas de seguridad industrial**

- Elaborar y difundir un programa de capacitación en seguridad industrial que sea aplicado durante todo el tiempo de la construcción.
- La contratista, responsable por la ejecución del presente Plan deberá establecer un cronograma interno de capacitación.
- La capacitación en seguridad industrial tienen el propósito de impartir conceptos generales sobre seguridad y salud en el trabajo.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de asistencia y evaluación de los participantes.
- El contenido de las charlas capacitación que deberán recibir los trabajadores de la contratista incluirá los siguientes temas:
  - Condiciones ambientales del trabajo.
  - Procedimientos especiales
  - Equipos de protección personal
  - Protección y prevención contra incendios
  - Medicina laboral preventiva: primeros auxilios
  - Traslado de accidentados y enfermos
  - Normas de protección para mujeres embarazadas o en periodo de lactancia
  - Condiciones seguras de trabajo y actuaciones inseguras
  - Peligros y riesgos.
  - Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo.
  - Uso adecuado de herramientas manuales.
  - Manipulación de materiales.
  - Señalización preventiva.
  - Equipos pesados y maquinaria de elevación
  - Manejo de materiales peligrosos.

- Manejo de combustibles.
- Reglas de conducta en los campamentos.

#### **6.3.5.11. La Contratista deberá entregar folletos sobre concienciación e información ambiental a la población**

- Elaborar y distribución de folletos informativos y guías educativas durante todo el tiempo de la construcción.
- La distribución de los folletos informativos tienen el propósito de concientizar e informar a la población sobre la ejecución del proyecto y la aplicación de medidas ambientales para la protección del medio ambiente.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de los folletos informativos entregados a la población.
- El contenido de los folletos informativos que se deberán entregar a la población, incluirán los siguientes temas:
  - En qué consiste el proyecto, como se realiza y cuál es su objetivo.
  - Políticas ambientales de la empresa.
  - Guías y procedimientos para las distintas fases de la actividad.
  - Planes de contingencia.
  - Sistemas de monitoreo y control.
  - Riesgos existentes.
  - Tratamiento de residuos peligrosos y reciclables.
  - Señalización de obra.
  - Responsabilidad ciudadana.

#### **6.3.5.12. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.5.13. Indicador**

$$\frac{\text{\# de folletos impresos}}{\text{\# de personas que recibieron}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\text{\# de asistentes a la charla}}{\text{\# de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.3.5.14. Medio de verificación**

- Modelos de folletos informativos,
- Registro fotográfico de la entrega de folletos a la población.
- Registro de asistencia de las charlas.
- Informe de las charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de las charlas.

#### **6.3.6. Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas**

Como se ha mencionado, el Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas tiene por objeto asegurar que aquellas zonas afectadas por las obras de la Primera Línea del Metro de Quito, sean rehabilitadas o restauradas para dejarlas en un estado similar al que había previo (devolver en lo posible su aspecto original) a las obras o incluso en uno mejorado. La estrategia consiste en hacer la valoración previa, la identificación de los puntos urbanos que se vayan a ver afectados y aplicar las medidas específicas que se proponen más adelante.

La contratista deberá realizar un Informe donde se detalle las actividades realizadas del Plan de Cierre de Frente de Obra, este será entregado y aprobado por la fiscalización y el Metro de Quito. El mismo deberá ser entregado 15 días después del cambio de frente de obra.

Todas las actividades de rehabilitación deberán ser presentadas con sus respectivos respaldos en un informe al finalizar la rehabilitación de las áreas; este informe será entregado al fiscalizador de la obra para su entrega inmediata a EPMMQ.

### **6.3.6.1. Medidas para la rehabilitación de zonas verdes: parques y jardines**

Dado el valor que presentan las zonas verdes en las áreas urbanas, y más concretamente en una urbe de grandes dimensiones como es la ciudad de Quito, en caso de producirse alteraciones y afecciones, se procederá a su rehabilitación para volver a su estado anterior a las obras. Incluso se contempla la posibilidad de mejorar zonas que pudieran encontrarse en desuso, y con vegetación o mobiliario urbano deteriorados, ya que mediante la instalación de una estación de metro recobrarían actividad y visibilidad.

Las principales medidas a incorporar serán las siguientes:

- Elaboración de informes y acopio de material gráfico y fotográfico de aquellas zonas ajardinadas que vayan a sufrir modificaciones.
- Retirada de elementos de cierta importancia previo al inicio de los trabajos y mantenimiento en almacenes municipales (por ejemplo estatuas o fuentes de parques y jardines).
- Diseño paisajístico que permita identificar áreas para la arborización y revegetación.
- Diseño y rehabilitación de sendas o pasos peatonales que hayan sufrido alteraciones, así como cualquier material de señalización, mobiliario urbano u ornato público.
- Tras la progresiva finalización de las obras, se realizará el engramado, revegetación y arborización en aquellas áreas con suelo desnudo (con especies autóctonas). Para ello, se utilizará tierra procedente de la capa superior de tierra vegetal que habrá sido recogida y retirada previamente durante las obras.
- Se procurará mejorar la calidad de la vegetación reimplantada e incorporar sistemas automáticos de riego.
- Se realizará un seguimiento y monitoreo de estas acciones y comprobación de la supervivencia y adaptación de las especies plantadas.

En concreto el trazado de la Primera Línea del Metro de Quito incluye estaciones en los siguientes parques metropolitanos: La Carolina, El Ejido y Alameda.

En el caso de La Alameda, se prevén alteraciones en la Avenida Gran Colombia. En la estación de Universidad Central, se prevé que las bocas de metro se sitúen muy próximas a la Avenida de América, por lo que es previsible que ciertas zonas ajardinadas existentes se vean afectadas y requieran de las medidas contempladas en este Plan.

### **6.3.6.2. Medidas para la rehabilitación de áreas residenciales, patrimonio cultural, casas o edificios emblemáticos**

Las áreas afectadas por las obras de la Primera Línea del Metro de Quito serán principalmente zonas urbanas residenciales. Están previstas diferentes medidas para minimizar los impactos tanto por las excavaciones y retirada de materiales como por vibraciones, particulado en suspensión, ruido, emisiones y otro tipo de efecto que puedan derivarse de las obras.

Sin embargo, aun aplicando las medidas preventivas y correctoras establecidas, si tienen lugar afectaciones a vías, calles, casas o edificios emblemáticos que pudieran considerarse patrimonio cultural, se aplicarán medidas específicas para rehabilitar las zonas urbanas afectadas y dejarlas en el estado inicial previo al desarrollo del proyecto. En concreto, se aplicarán las siguientes acciones:

- a) Elaboración de informes y acopio de material gráfico y fotográfico de aquellas zonas urbanas y vías que vayan a sufrir modificaciones.
- b) Repavimentación de vías y zonas peatonales afectadas.
- c) Saneamiento y drenaje: renovación de la red de drenaje superficial si ésta ha sido alterada.
- d) Renovación del alumbrado público y mobiliario urbano alterado.
- e) Rehabilitación de calles afectadas y zonas de aparcamiento.
- f) Reacondicionamiento de plazas y zonas estanciales cuyos elementos hayan sido modificados y revegetación cuando proceda.
- g) Aplicación de actuaciones específicas adicionales para fachadas de edificios emblemáticos que hayan podido verse afectadas o elementos asociados al patrimonio cultural (por ejemplo, esculturas).
  - Colocación de toldos para evitar la acción del polvo o partículas en suspensión durante las excavaciones.
  - Utilización de forros especiales para figuras ornamentales situadas en fachadas.
- h) Se realizarán medidas específicas para la rehabilitación de estas áreas considerando características puntuales y las condiciones originales; a través de procedimientos con tecnologías de primera mano se rehabilitará las áreas para que se acerquen a las condiciones originales lo más posible.

República del Ecuador.

### **6.3.6.3. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.6.4. Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.3.6.5. Medio de verificación**

- Registros fotográficos
- Registros de ejecución de actividades
- Informe de entrega de áreas rehabilitadas

#### **6.3.7. Plan de Monitoreo y Seguimiento**

##### **6.3.7.1. Objetivo**

Permitir a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito EPMMQ, sus contratistas y subcontratistas; así como al Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr) verificar de manera sistemática el cumplimiento de los objetivos del Plan de Manejo Ambiental y de las regulaciones ambientales vigentes en el Ecuador y estándares internacionales.

La implementación del Plan de Monitoreo Ambiental proporcionará la información necesaria para actuar de manera oportuna y tomar las acciones correctivas cuando sea necesario.

Permitirá a la Empresa Publica Metropolitana Metro de Quito, evidenciar que las medidas implementadas por la Contratista en cumplimiento de los diferentes planes y programas mostrados en el presente documento garanticen la prevención, mitigación y control de los impactos ambientales.

##### **6.3.7.2. Estructura del Plan de Monitoreo**

El Plan de Monitoreo Ambiental involucra los siguientes aspectos:

- ✓ Monitoreo y registro de actividades consideradas ambientalmente relevantes, a fin de mostrar cumplimiento con leyes, reglamentos y ordenanzas aplicables.

- ✓ Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental para verificar su cumplimiento y efectividad.
- ✓ Coordinación y comunicación con la autoridad ambiental en cuanto a los resultados de monitoreo.
- ✓ El monitoreo de aspectos ambientales relevantes involucra mediciones, registros, evaluaciones que deberán efectuarse a determinadas actividades que se caracterizan por su potencialidad de afectar al entorno.

El Plan de Monitoreo Ambiental abarca los siguientes programas:

#### **6.3.7.3. Programa de Monitoreo a la Implementación del Plan de Prevención Y Mitigación de Impactos Ambientales**

El Programa de Monitoreo Ambiental, se basará en la verificación del cumplimiento, de la implementación de cada una de las medidas, procedimientos, frecuencias y responsables; que se encuentran determinadas en el Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito y comprende los siguientes programas:

- Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire
- Programa de Monitoreo del Ruido
- Programa de Monitoreo de Vibraciones
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial y Subterránea
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Suelo
- Programa de Monitoreo de la Afectación a las Comunidades Biológicas
- Programa de Monitoreo de las Variables Socioeconómicas
- Programa de Monitoreo del deterioro de la Movilidad y Accesibilidad Urbana
- Programa de Monitoreo de la afectación al Patrimonio Cultural
- Programa de Monitoreo y Control de Impactos Paisajísticos

#### **6.3.7.4. Programa de monitoreo a la implementación del plan de prevención y mitigación de impactos ambientales**

##### **6.3.7.4.1. Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire**

En la construcción del proyecto, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, a través de la contratista, deberá efectuar el monitoreo de emisiones al aire generado por las fuentes de combustión y el monitoreo de calidad de aire ambiente en sitios al exterior de los frentes de obra.

La contratista deberá implementar un plan de monitoreo continuo de la calidad del aire, cuyos resultados serán presentados a la EPMMQ de manera bimestral, base a un plan definido para cada frente obra, el mismo que deberá considerar ubicación de las fuentes de generación de combustión en las áreas de trabajo, horarios de funcionamiento de maquinarias, condiciones de tiempo, etc. Este Plan deberá ser entregado por la contratista a la EPMMQ para su revisión y aprobación antes del inicio de actividades constructivas.

La definición de áreas de trabajo, deberán incluir frentes de obra en superficie, excavaciones subterráneas, túnel y en los portales de entrada a los túneles. En la selección de los sitios de monitoreo se deben considerar la ubicación de los receptores más sensibles, y las actividades de construcción que mayor impacto generen sobre la calidad del aire.

Las emisiones vehiculares se realizarán de acuerdo a lo que establecen las normas aplicables a el DMQ a través de la Agencia Metropolitana de Tránsito.

La verificación de emisiones de equipos y maquinarias se realizará mediante un prestador de este servicio (Laboratorio Calificado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano-SAE), debiendo determinar el cumplimiento de los parámetros aplicables según el tipo de vehículo evaluado y los parámetros definidos en la normativa vigente. De igual forma este aspecto formará parte del Plan a ser entregado por la Contratista a la EPMMQ.

Cada uno de los monitoreos contemplará lo siguiente:

- ✓ Medición de partículas (PM2.5 y PM2.10) durante 24 horas de conformidad con la normativa ambiental vigente.
- ✓ Medición de NOx y SO2, mediante el empleo de tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno.
- ✓ Medición de CO2, CO y CH4 dentro de las excavaciones subterráneas.

Parámetros aplicables al Monitoreo de la Calidad del Aire:

A continuación la legislación ambiental nacional ecuatoriana en la que quedan reflejados las principales limitaciones en relación a la calidad del aire es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente, Acuerdo Ministerial No. 050, publicado en el Registro Oficial No.464 del 7 de junio de 2011 (Norma de Calidad del Aire Ambiente).

**Tabla 42 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire Ambiente**

SUSTANCIA	LÍMITE
SO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio aritmético de la concentración de SO<sub>2</sub> determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de sesenta microgramos por metro cúbico (60 µg/m<sup>3</sup>).</li> <li>▪ La concentración de SO<sub>2</sub> máxima en 24 horas no deberá exceder ciento veinticinco microgramos por metro cúbico (125µg/m<sup>3</sup>), la concentración de este contaminante en un periodo de diez minutos, no debe ser mayor a quinientos microgramos por metro cúbico (500µg/m<sup>3</sup>).</li> </ul>
CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10 000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez en un año.</li> <li>▪ La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder treinta mil microgramos por metro cúbico (30 000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez en un año.</li> </ul>
NO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de nitrógeno, determinado en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (40 ug/m<sup>3</sup>).</li> <li>▪ La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico (200 ug/m<sup>3</sup>).</li> </ul>
O <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 ug/m<sup>3</sup>), más de una vez en un año.</li> </ul>
PM <sub>2,5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Indica que el promedio aritmético de la concentración de PM<sub>2.5</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 µg/m<sup>3</sup>). Además, la concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder de sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 µg/m<sup>3</sup>), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.</li> </ul>

SUSTANCIA	LÍMITE
PM <sub>10</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 g/m<sup>3</sup>).</li> <li>▪ El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 u g/m<sup>3</sup>).</li> <li>▪ Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a 100 g/m<sup>3</sup>.</li> </ul>

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 050

**Tabla 43 Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma**

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de carbono Concentración promedio en ocho horas	15.000	30.000	40.000
Ozono. Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> )	300	600	800
Óxidos de Nitrógeno, como NO <sub>2</sub> Concentración promedio en una hora	1.200	2.300	3.000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas	800	1.600	2.100

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro horas	250	400	500

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 050

### 6.3.7.5. Programa de Monitoreo de Ruido

Para la aplicación del monitoreo de Ruido, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, sus contratistas y subcontratistas, cumplirán con lo establecido en la Normativa Ambiental Vigente y las normas técnicas dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), que establece:

- ✓ Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes fijas de ruido (FFR).
- ✓ Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes móviles de ruido (FMR).
- ✓ Los métodos y procedimientos destinados a la determinación del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR.

El monitoreo de ruido para la construcción del proyecto Metro de Quito deberá ser implementado de manera continua en cada frente de obra en donde existan fuentes generadoras de ruido.

La Contratista, entregará el plan de monitoreo de ruido a la EPMMQ para su revisión y aprobación e implementación.

#### 6.3.7.5.1. Monitoreo Continuo de Ruido a cargo de la Contratista

La Contratista, tiene la responsabilidad de realizar monitoreo de ruido continuo en los diferentes frentes de obra; y realizar el monitoreo de las fuentes generadoras de ruido.

El Plan de Monitoreo de Ruido que implementará la Contratista, deberá considerar intervalos durante el día tomando en consideración la operación de maquinarias y

actividades generadoras de ruido, y llevar un adecuado registro de información generada.

Para la medición de las emisiones sonoras o ruido generado por las fuentes fijas y móviles del proyecto, se empleará un sonómetro o decibelímetro debidamente calibrado y cuyo personal responsable deberá estar debidamente capacitado para este fin.

El sonómetro es un instrumento que responde ante el sonido de una forma aproximada al oído humano, provee medidas objetivas y reproducibles de un fenómeno acústico. El objetivo es dar un valor que permita realizar una evaluación aproximada del nivel sonoro total. La respuesta humana al ruido varía con su frecuencia e intensidad.

El Monitoreo de Ruido Ocupacional deberá ser realizado antes de iniciar las labores de construcción, en las áreas de trabajo, a fin de utilizarlo como control para determinar el grado de atenuación requerido para el equipo de protección de los trabajadores. Este monitoreo deberá incluir la realización de dosimetrías semestrales al personal que de acuerdo a las tareas que realice pueda estar sometido a los niveles más elevados de ruido (muestreo aleatorio representativo). El equipo de protección personal deberá garantizar que no se exceda la exposición del personal a niveles de 85 dBA durante periodos superiores a las 8 horas, o bien se deberá limitar los tiempos de exposición.

#### **6.3.7.5.2. Monitoreo de Ruido realizado por un Laboratorio Calificado**

##### **Normativa Ambiental Aplicable:**

Según el Acuerdo Ministerial No. 028 mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, que reforma el Anexo 5 (Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para fuentes fijas y fuentes móviles), se indican los niveles máximos de emisión de ruido para FFR. En su punto 4.1.1 se indica que el nivel de presión sonora continua equivalente, LK<sub>eq</sub>, expresados en decibeles, no podrá exceder de los valores que se fijan en el cuadro siguiente:

**Tabla 44 Niveles máximos de emisión de ruido (LK<sub>eq</sub>) para fuentes fijas de ruido**

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	LKeq (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (RI)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID 1/ID2)	65	55
Industrial (ID 3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2</p> <p>LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

Fuente: Anexo 5. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.

En la misma legislación se indica, en su punto 4.2.2 los niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido, los cuales quedan reflejados en el siguiente cuadro:

**Tabla 45 Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores**

<b>CATEGORÍA DEL VEHÍCULO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NPS MÁXIMO dB(A)</b>
Motocicletas	De hasta 200 cc	80
	Entre 200 y 500 cc	85
	Mayores a 500 cc	86
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 tn	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 tn	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 tn, y potencia de motor mayor a 20 HP	85
Vehículos de carga	Peso máximo hasta 3,5 tn	81
	Peso máximo de 3,5 tn hasta 12 tn	86
	Peso máximo mayor a 12 tn	88

**Fuente: Anexo 5. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015**

**6.3.7.6. Programa de monitoreo de niveles de Vibración**

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de vibraciones debido al proyecto, en zonas próximas a receptores sensibles y a una muestra de trabajadores, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación.

Previo al inicio de las obras de construcción, se deberán realizar inspecciones a las estructuras existentes para verificar su condición actual, hasta un radio de 200 metros.

Durante las labores de construcción se efectuarán mediciones trimestrales de vibración de cuerpo entero a miembros del personal. Adicionalmente, se deberán realizar monitoreos de integridad estructural y de los niveles de vibración permanente. La Contratista deberá detallar las metodologías específicas y proponer el plan de trabajo para revisión de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, y su posterior implementación.

A continuación se especifican algunos criterios mínimos que se deben cumplir:

#### **6.3.7.6.1. Monitoreo de vibraciones**

- ✓ La medición de vibraciones se hará en un transecto de unos 200 m de ancho a cada lado del eje del túnel. 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 conjuntamente con el avance 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.

#### **6.3.7.6.2. Monitoreo de asentamientos de terreno**

- ✓ Previo al inicio de la construcción se elegirán los sitios y estructuras más sensibles.
- ✓ Cada sitio elegido será en lo posible un punto fijo, claramente identificable y medible.
- ✓ Durante la construcción en caso necesario (también en función a los resultados del monitoreo de vibraciones) se añadirán (y/o eliminarán) puntos de monitoreo, en función de las necesidades.
- ✓ El monitoreo de los puntos elegidos, se realizará con instrumental topográfico de precisión, de tal manera que se puedan medir desplazamientos milimétricos del terreno y estructuras elegidas.
- ✓ Se llevará un registro de los desplazamientos verticales y horizontales de los puntos elegidos.

**6.3.7.6.3. Monitoreo de la integridad de estructuras**

La línea base de este monitoreo estará constituida por los datos del relevamiento pre-construcción que será realizado. El monitoreo consistirá en un relevamiento visual detallado de estructuras sensibles identificadas y priorizadas con base en los resultados del monitoreo de vibraciones y asentamientos del terreno.

Los aspectos a monitorear serán, entre otros, los siguientes:

- ✓ Asentamientos u otros movimientos inusuales de partes de las estructuras.
- ✓ Ocurrencia de rajaduras, desprendimientos de material de paredes, estructuras de soporte o de otros elementos constructivos, u otros signos de daños y su evolución en el tiempo.

La situación legal en Ecuador en este aspecto limita las vibraciones que puedan transmitirse a la estructura sólida de las edificaciones con la finalidad de minimizar los efectos que puedan provocarse sobre ellos.

Según se indica en el Acuerdo Ministerial No. 028, mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, en el apartado relacionado a los Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición, en el numeral 6.1 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones a edificaciones, los niveles de vibración superiores, establece lo siguiente:

“6.1.1. Ningún equipo, aparato o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación de un recinto receptor, o a los edificios, valores más altos a los establecidos en la Tabla 1: Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, según lo especifica la Norma ISO-2631-2:2003.”

**Tabla 46 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones**

USO DEL EDIFICACION	INDICE DE VIBRACIONES LAW
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72

USO DEL EDIFICACIO	INDICE DE VIBRACIONES LAW
Educativo o cultural	72

Fuente: Tabla 3, Apartado Niveles Máximos de Emisiones de vibraciones y metodología de Medición. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.

#### 6.3.7.6.4. Plan de Auscultación y Control

La excavación de cualquier obra subterránea en suelos provoca una alteración en el estado tensional inicial del terreno, lo que se traduce en un campo de desplazamientos hacia la zona excavada cuya magnitud depende de diversos factores, tanto asociados a la naturaleza de los materiales como al procedimiento de excavación, al método constructivo elegido y a la rigidez del sistema de sostenimiento del terreno. En consecuencia, el diseño de los sistemas y procesos de excavación debe contemplar estos desplazamientos para limitarlo dentro de parámetros admisibles por las propias obras y el entorno.

Durante la ejecución de las obras, el único procedimiento disponible para comprobar que los movimientos y esfuerzos realmente inducidos se encuentran por debajo de los umbrales admisibles, tanto para la propia obra como en el entorno, es el seguimiento y lectura de estas variables. En puntos particularmente sensibles, es necesario disponer sensores de medida que permitan, mediante lecturas programadas, controlar el desarrollo de la obra en estos aspectos.

Para las obras proyectadas se considera un aspecto fundamental establecer un sistema de auscultación, sencillo, preciso y eficaz. La finalidad de los sistemas de auscultación será controlar los movimientos de las propias obras en ejecución así como el grado de influencia en el entorno, durante las distintas fases de construcción y poder asegurar su adecuación a las hipótesis y modelos de cálculo adoptados durante la fase de diseño.

Para cumplir tales objetivos se deben proyectar los dispositivos y sistemas de auscultación que, en cada momento, informen de las reacciones con las que el terreno, estructuras e instalaciones, responden a las distintas fases constructivas que se lleven a cabo.

La comparación de los valores previstos en la fase de proyecto con los obtenidos por la auscultación permite contrastar el modelo y modificarlo si procediera, para adaptar las previsiones del proyecto a la realidad.

Los sistemas de instrumentación deben integrarse de forma precisa para permitir la interpretación clara y rápida, y tener preestablecida la cadena de transmisión de

información a los centros de decisión, con atribución clara de las responsabilidades de cada uno, de forma que no haya duda ni dilaciones a la hora de tomar las medidas correctoras.

El monitoreo de vibraciones a través de la auscultación será de manera permanente durante la fase constructiva y se realiza de acuerdo a lo establecido por los Diseños de Metro de Madrid.

#### **6.3.7.7. Programa de Monitoreo de la Calidad de Aguas Superficiales, de Infiltración y Subterráneas**

Este Plan de Monitoreo tiene como objetivo verificar la eficiencia y eficacia de la implementación de las medidas preventivas y correctoras del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Protección de la Calidad de las Aguas del Plan de Manejo Ambiental.

El Monitoreo es la única forma de poder verificar que las medidas implementadas por el Contratista logren los objetivos de protección y mitigación ambiental esperados.

El Monitoreo se realiza mediante mediciones directas en campo y a través del análisis de laboratorio de las muestras. Desde el punto de vista de variables ambientales, el Monitoreo (ya sea continuo o periódico) determina la eficacia de las medidas de mitigación, evita la generación de impactos innecesarios, y permite anticipar medidas complementarias que se requieran.

Sin embargo la Contratista deberá presentar a la EPMMQ un plan de monitoreo de la calidad de agua para su posterior implementación.

El monitoreo de aguas superficiales, de infiltración y subterráneas, durante la fase constructiva de la Fase II del proyecto Metro de Quito, comprende lo siguiente:

##### **6.3.7.7.1. Monitoreo permanente que realiza la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito**

###### ***A. Monitoreo de Agua Superficial realizado por la EPMAPS***

Con referencia a la calidad de las aguas superficiales, se puede mencionar que ha sido caracterizada a detalle por la EPMAPS. El Programa de Saneamiento Ambiental para el DMQ (PSA) ha desarrollado estudios de monitoreo y muestreo en los diferentes afluentes y descargas en los años 2002 al 2007. La ubicación de las estaciones de Monitoreo y Muestreo se muestran en la siguiente Tabla, que corresponden al área de influencia del proyecto Metro de Quito son:

**Tabla 47 Estaciones de Monitoreo y Muestreo de Calidad de Agua Superficial (EPMAPS)**

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>ALTURA</b>	<b>E</b>	<b>N</b>
1,01	Q. Ortega Alta	3020	492571,48	9965407,52
1,02	Q. Shanshayacu	2974	493469,33	9965899,17
1,03	Q. Ortega AJ. Q. Shanshayacu	2920	493952,37	9967276,52
1,04	Q. Shanshayacu AJ. Q. Ortega	2930	494300,27	9967100,65
1,05	Río Grande El Transito	2934	492718,43	9968453,27
1,06	Río Grande Santa Barbara	2878	494069,04	9970273,69
1,07	Q. Shanshayacu AJ. R. Mch. Quimiag	2872	495717,49	9969382,17
1,08	Q. El Capuli	2895	495692,17	9967506,30
1,09	Q. El Bátan	2531	503526,02	9978153,89
2,01	R. Mch. DJ. Q. Caupicho	2938	495747,92	9965390,45
2,02	R. Mch. Oleoducto	2897	496004,06	9967407,68
2,03	R. Mch. La Lucha de los Pobres	2876	496124,21	9968528,80
2,04	R. Mch. Fosforera	2868	496635,21	9969567,10
2,05	R. Mch. Quito Sur	2810	496344,89	9970417,72
2,06	Colector PV Maldonado	2810	497347,30	9971829,14
2,07	R. Mch. El Recreo	2805	497292,03	9971821,23
2,08	R. Mch. Villaflora	2785	497467,42	9973339,07
2,09	R. Mch. El Sena	2763	498270,60	9974158,31
2,1	R. Mch. El Trébol	2713	500354,78	9974808,02
2,11	R. Mch. Las Orquideas	2681	501454,03	9975500,96
2,12	R. Mch. AJ. Q. Bátan	2580	503504,32	9978074,94
2,13	R. Mch. DJ. Q. Bátan	2543	503581,29	9978104,56
2,14	R. Mch. El Trásvase	2263	509263,15	9979498,98

**Fuente: EMAAP-Q, EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2015**

**B. Resultados**

En base a los resultados obtenidos del muestreo de parámetros físico-químicos de seis puntos que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto de la Primera Línea del Metro Quito y los datos del Programa de Monitoreo y Muestreo de la Calidad de agua de las quebradas afluentes al Río Machángara EPMAPS (2002 – 2007), se puede concluir que la calidad actual de los afluentes, está deteriorada debido a la actividad industrial, ganadera, comercial y habitacional que se realizan aguas arriba y dentro de los puntos muestreados.

**C. Quebradas afectadas directamente por el proyecto**

Con relación a las aguas superficiales, las quebradas afectadas por el Proyecto son las que se muestran a continuación:

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. Chiriyacu
Q. Vásconez	Q. Pucanacha
Q. Miraflores	Q. Clemencia
R. Machángara	Q. San Bartolo
Q. San Bartolo	Q. El Tránsito
Q. El Tránsito	Q. Shanshayacu

FLANCO OCCIDENTAL	FLANCO ORIENTAL
Q. El Colegio	Q. Ortega
Q. EL Calvario	Q. de la Granja
Q. El Rosario	Q. El Rosario
	Q. San Isidro

Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2015

Durante las labores de construcción, existe la probabilidad de que las aguas de dichas quebradas puedan ser contaminadas, ya sea por derrames accidentales de combustible, lubricantes o por aguas servidas, etc., y en la operación igualmente por vertidos o derrames durante el mantenimiento dado a los vagones del Metro y demás infraestructuras asociadas. Por tal motivo, para conservar la calidad del agua se deberán aplicar las medidas de prevención y mitigación recomendadas en el EsIA y PMA de la PLMQ, pero además se deberán realizar monitoreos periódicos para verificar el estado de la calidad de las referidas aguas.

Cada uno de estos monitoreos contemplará lo siguiente:

- Selección de los sitios a ser monitoreados,
- El análisis de agua incluirá registros de pH, Temperatura, Conductividad, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales y Totales, PHAs y Aceites y Grasas.
- La repetición del monitoreo por sitio seleccionado será cada 3 meses durante el período de construcción.

Dichos monitoreos, la Contratista deberá realizarse, al menos trimestralmente durante la fase de construcción.

#### **D. Monitoreo de Agua de Infiltración**

En cuanto a las aguas de infiltración, durante la construcción del proyecto, se producirán infiltraciones de aguas subterráneas hacia el interior del túnel y excavaciones subterráneas (estaciones). Estas aguas pueden tener contenidos de materias contaminantes como aceites y grasas, metales pesados, polímeros y otros, por lo que deberán ser tratadas de manera adecuada previo a su descarga en cuerpos de aguas superficiales. Por este motivo, durante la construcción se deberá realizar un monitoreo mensual de las aguas de infiltración recuperadas, en un punto aguas arriba y en otro aguas abajo del(los) punto(s) de tratamiento. Los parámetros a monitorear serán los mismos que se mencionan arriba para el monitoreo de las aguas superficiales.

### **E. Monitoreo de Aguas Subterráneas realizado por la EPMAPS**

La EPMAPS es la entidad responsable de realizar el monitoreo permanente al Acuífero de Quito, a través de dos campañas anuales que se realizan tanto en la época seca, como en la época invernal. En este monitoreo también se incluyen los pozos identificados por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, para la Primera Línea del Metro de Quito y estaciones.

Del informe de resultados de monitoreo remitidos por la EPMAPS a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito en marzo de 2015, referente a la campaña de monitoreo realizada en noviembre de 2013, se determina que en algunos pozos existe contaminación del acuífero por hidrocarburos y presentan valores muy altos en análisis microbiológicos, presencia de coliformes fecales, sedimentos y metales pesados que superan los parámetros establecidos en la normativa ambiental.

### **F. Monitoreo de Aguas Subterráneas**

También se monitorearán las aguas subterráneas del acuífero sur de Quito y Centro-Norte de Quito. Para ello se utilizan los sondeos de investigación realizados para el diseño de la infraestructura.

Los parámetros que se analizarán en los sondeos seleccionados son los establecidos en el TULSMA.

Dichos monitoreos deberán realizarse, al menos, trimestralmente durante la fase de construcción y durante la fase de operación de manera más sistemática con una frecuencia de cada 6 meses durante 3 años para luego pasar a una frecuencia anual.

Así mismo se controlará el nivel piezométrico en los alrededores de las estaciones y otras obras que puedan tener efecto pantalla. Durante las obras los niveles piezométricos se medirán semanalmente. Una vez terminadas las obras el nivel se medirá mensualmente durante tres años y a partir de los tres años las mediciones se realizarán anualmente salvo que el análisis de los datos recogidos aconseje una mayor o menor frecuencia. Cuando se diseñen las pantallas deberá decidirse los sondeos a monitorear y en caso de que no existan se construirán.

En las zonas en las que se midan los niveles piezométricos se realizará un control topográfico mediante nivelación geométrica de precisión de la subsidencia del terreno para lo cual se instalarán hitos de control en la zona de probable subsidencia e hitos de referencia en zonas que se supongan no afectadas por subsidencia. Cuando se diseñen las pantallas deberá incluirse la red de hitos de control y la frecuencia de control de la subsidencia.

### **G. Normativa Ambiental aplicable**

Para determinar los límites permisibles, los criterios de calidad para los distintos usos y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua se deberá tomar en consideración el Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental y de

Descarga de Efluentes: Recurso Agua, reformado según el Acuerdo Ministerial 028, del 7 de febrero del 2015.

Para el caso de calidad para aguas subterráneas, se ha tomado como base la Tabla 5. Anexo 1 del TULSMA; debido a que el AM 028, RO 270 del 7 de febrero del 2015, no cuenta con valores referenciales para aguas subterráneas.

**\*Tabla 48 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico (total)	As	µg/l	35
Bario	Ba	µg/l	338
Cadmio	Cd	µg/l	3,2
Cianuro (total)	CN-	µg/l	753
Cobalto	Co	µg/l	60
Cobre	Cu	µg/l	45
Cromo total	Cr	µg/l	16
Molibdeno	Mo	µg/l	153
Mercurio (total)	Hg	µg/l	0,18
Níquel	Ni	µg/l	45
Plomo	Pb	µg/l	45
Zinc	Zn	µg/l	433
Compuestos aromáticos			
Benceno.	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	15

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Tolueno.		µg/l	500
Estireno		µg/l	150
Etilbenceno		µg/l	75
Xileno (Suma) <sup>1</sup>		µg/l	35
Fenol		µg/l	1 000
Cresol <sup>2</sup>		µg/l	100
Hidroquinona		µg/l	400
<b>Hidrocarburos aromáticos policíclicos</b>			
Naftaleno		µg/l	35
Fenantreno.		µg/l	2,5
Antraceno		µg/l	2,5
Fluoranteno		µg/l	0,5

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1

Tabla 49 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
<i>Pesticidas Organoclorados</i>			
DDD, DDE, DDT (Suma) <sup>4</sup>		µg/l	0,005

Drins (Suma) <sup>5</sup>	µg/l	0,05
HCH-Compuestos (Suma) <sup>6</sup>	µg/l	0,5
<i>Carbamatos</i>		
Carbaril	µg/l	0,06
Carbofuran	µg/l	0,06
Maneb	µg/l	0,05
<i>Organonitrogenados</i>		
Atrazina	µg/l	0,05
<i>Compuestos remanentes</i>		
Ciclohexanos	µg/l	7 500
Ftalatos (Suma) <sup>7</sup>	µg/l	2,75
Hidrocarburos totales de petróleo	µg/l	325
Piridina	µg/l	1,75
Tetrahidrofurano	µg/l	0,75
Tetrahidrotiofeno	µg/l	15

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1

Tabla 50 Límites de descarga (Tabla 9. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	70,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Explosivas o Inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuesto organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		<40,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Tabla 9, Anexo 1, AM 028. RO 270, 7 de febrero de 2015.

#### 6.3.7.8. Programa de Monitoreo de Suelo

La contratista deberá realizar el Muestreo Puntual de Suelos en caso de evidencia física de contaminación, para controlar si existe contaminación del suelo, se realizarán tomas de muestras en zonas de riesgo, como pueden ser: Túneles y Estaciones, especialmente si se detecta algún derrame accidental.

Además se realizará un monitoreo sobre los residuos que consistirá en asegurar que se aplican adecuadamente las medidas para identificar, separar, almacenar, reutilizar, reciclar y disponer las diferentes sustancias. Esto se realizará teniendo en cuenta tanto el cronograma establecido como las medidas indicadas, de esta manera se controlará el cumplimiento del Plan de Manejo de desechos durante el transporte, tratamiento y/o disposición final de los mismos.

En caso de detectar incumplimiento, se aplicarán las acciones correctivas necesarias.

Normativa Ambiental Aplicable:

Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados del Libro VI Anexo 2, Tabla 2, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

#### 6.3.7.9. Programa de Monitoreo de la Afectación a las Comunidades Biológicas

El objetivo es determinar los resultados de las actuaciones ejecutadas de restauración de zonas verdes y en especial la implantación de la vegetación.

Se realizará un monitoreo de la flora cada seis meses durante la etapa constructiva y cada año durante la etapa operativa. Por lo menos se necesitan dos años para determinar la evolución y efectividad de las medidas realizadas para la siembra y plantaciones.

Se procederá a evaluar los resultados de las actuaciones ejecutadas, 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.

Equipamiento o mobiliario urbano. Se verificará la instalación del mismo equipamiento o mobiliario urbano que existiera previamente en las zonas afectadas por las obras.

El monitoreo se realizará en los sitios que contengan vegetación como quebradas, parques (La Carolina, El Ejido, Alameda, Quitumbe). Se verificará la presencia y mantenimiento de las especies de importancia para la ecología y el ambiente ciudadano.

En caso de detectarse una cobertura inadecuada en siembras, o unos altos porcentajes de marras en plantaciones, se debe proceder a realizar resiembras y reposiciones de marras.

#### **6.3.7.10. Programa de Monitoreo de las Variables Socioeconómicas**

El principal objetivo de este monitoreo se centran en vigilar el cumplimiento y los logros del Plan de Relaciones Comunitarias del Plan de Manejo Ambiental. Será interesante alcanzar los siguientes objetivos:

- ✓ Instaurar el grado de respuesta y participación de la comunidad involucrada en los planes de manejo a ser implementados.
- ✓ Determinar el involucramiento de los asistentes a los talleres a ser implementados en el Programa de información, participación y sensibilización ambiental.
- ✓ Verificar la consolidación y alianza de los actores sociales involucrados en la gestión y manejo de las áreas de influencia del proyecto.
- ✓ Complementar la identificación y caracterización de los actores sociales.

El Monitoreo será de manera permanente de conformidad con el Plan de Manejo Ambiental.

#### **6.3.7.11. Programa de Monitoreo sobre la afectación a la Movilidad y Accesibilidad Urbana**

Durante la fase de construcción se genera un impacto negativo sobre la movilidad y accesibilidad urbana. Dentro de las medidas necesarias para prevenir, mitigar o corregir este impacto se encuentran la señalización de instalaciones auxiliares, de itinerarios alternativos, de accesos a residencias y locales comerciales, etc. Estas señalizaciones deberán estar colocadas de manera correcta de manera que sean eficaces y durante la noche deberán ser visibles. Para ello dentro de este Plan se incluirá un reconocimiento permanente del estado de la señalización y de la retirada de la misma cuando ya no sea necesaria. En caso de encontrarse deficiencias deberán ser corregidas en el menor plazo posible. El Monitoreo será de manera permanente en la fase constructiva.

#### **6.3.7.12. Programa de monitoreo de variables Arqueológicas y Patrimonio cultural**

El monitoreo de las variables arqueológicas será efectuado por un equipo cualificado de arqueólogos y se realizará en las tres áreas de interés arqueológico que existen en la zona de influencia del proyecto, haciendo especial hincapié en la zona que se encuentra en el centro histórico de la ciudad ya que es la que se va a ver más afectada. Esta zona se encuentra debajo de la plaza de San Francisco, donde además se va a construir una estación (San Francisco).

Según los estudios preliminares se encuentra debajo de la plaza el palacio de Huayna Cápac perteneciente a una ciudad Inca. Se deberá hacer una inspección continua para poder tomar las medidas preventivas y de mitigación lo antes posible. Se llevará a cabo un seguimiento y análisis para no dañar este patrimonio y que además pueda ser luego mostrado al público como un valor turístico de la ciudad. En caso de encontrarse evidencias, se deberá implementar un plan de rescate y/o protección de dichos recursos.

El monitoreo será permanente en la fase constructiva.

#### **6.3.7.13. Programa de monitoreo y control de impactos paisajísticos**

El monitoreo permanente durante la fase de construcción establece:

- ✓ En las áreas verdes, realizar el desbroce estrictamente necesario de aquellas áreas donde se instalarán las estructuras de la Primera Línea del Metro.
- ✓ Restaurar las zonas verdes afectadas tras la realización de las obras.
- ✓ Implantar en la medida de las posibilidades nuevas zonas verdes en las zonas afectadas por las obras.
- ✓ Aprovechar las áreas de acceso a las estaciones para establecer parques y jardines que ofrezcan un ambiente que contribuya a reducir el impacto visual de las instalaciones del Metro.

- ✓ Las zonas de obra en superficie se dotarán de vallados perimetrales que actúen como barreras visuales junto a las zonas más frecuentadas por las personas. Estas vallas podrán ser decoradas por artistas locales al objeto de mejorar su integración paisajística.
- ✓ En la Plaza de San Francisco y estaciones cercanas a elementos singulares del patrimonio cultural durante las obras se habilitaran pasillos, aéreas, infraestructuras que permita la contemplación del patrimonio cultural allí presente.
- ✓ Las bocas de metro se diseñaran para integrarse en el medio urbano y arquitectónico de la zona de ubicación.

**6.3.4.1.1. Consideraciones generales**

El Presente Plan de Monitoreo general, está sujeto al cambio y actualización de la normativa ambiental vigente que proponga la Autoridad Ambiental Nacional (Ministerio del Ambiente del Ecuador); y cuando lo considere pertinente.

**Tabla 51 Aspectos Ambientales, periodicidad y sitios de monitoreo ambiental**

ASPECTO AMBIENTAL	PERIODICIDAD	SITIOS DE MONITOREO
<b>Fase Constructiva</b>		
Calidad del aire	Continuo	Frentes de obra
Ruido ambiente	Continuo Dosimetrías Semestrales	Frentes de obra De acuerdo a lo establecido en el Plan de Salud Ocupacional
Vibraciones	Permanente	Frentes de obra
Calidad del agua superficial	Trimestral	Quebradas del área de influencia afectadas
Calidad del agua subterránea	Trimestral	Nivel freático

ASPECTO AMBIENTAL	PERIODICIDAD	SITIOS DE MONITOREO
Calidad de Agua de Infiltración	Mensual	Interior del túnel y excavaciones subterráneas (estaciones)
Calidad del suelo	Puntual, en caso de evidencia física de contaminación	Frentes de obra con evidencias de contaminación

Elaboración: Ecosambito, 2015

<sup>4</sup>La Contratista, presentará los informes de cumplimiento del Plan de Monitoreo a la EPMMQ, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el presente PMA.

La EPMMQ, presentara al Ministerio del Ambiente los resultados del cumplimiento del Plan de Monitoreo Ambiental, de conformidad con lo establecido en el Numeral 3 de la Licencia Ambiental No. 120.

#### 6.3.7.14. Responsable

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### 6.3.7.15. Medio de Verificación

Los medios de verificación serán, registros de Monitoreos, análisis de laboratorios, cumplimiento del cronograma de Monitoreos, mediante un registro de seguimiento.

---

<sup>4</sup> EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Tabla 52 Cronograma de implementación del Plan de Monitoreo Ambiental fase construcción**

PLAN	ACTIVIDAD	MES1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	Monitoreo continuo Bimestral de la Calidad del Aire		▲		▲		▲		▲		▲		▲
	Monitoreo continuo de Ruido	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo permanente de Vibraciones	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
FRECUENCIA DE MONITOREO	Monitoreo de Aguas Superficiales			▲			▲			▲			▲
	Monitoreo de Aguas subterranas			▲			▲			▲			▲
	Monitoreo de agua de infiltración	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo de Suelo	MUESTREO PUNTUAL											
Nota: El Cronograma de implementación del Plan de Manejo Ambiental de la FASE OPERATIVA será desarrollado previo al inicio de dicha fase.	Monitoreo de la Afectacion a comunidades biológicas						▲						▲
	Monitoreo de Socioeconomicas	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo de Movilidad y Accesibilidad Urbana	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo de Variables Arqueologicas	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo y Control de Impactos Paisajisticos	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### **6.3.8. Plan de Cierre y Abandono**

#### **6.3.8.1. Cierre y abandono de frentes de obra**

Será la obligación de la contratista realizar el cierre de frentes de obra, esto implicará la limpieza, mantenimiento y adecuación de las áreas utilizadas para campamentos, almacenamiento de materiales, de residuos, entre otras.

- ✓ Validar mediante registros las actividades de desmonte de áreas, equipos y maquinarias, entre otros.
- ✓ Verificar que las áreas utilizadas no cuentan con derrames menores ni mayores de residuos peligrosos, químicos y demás.
- ✓ Las áreas deben quedar limpias
- ✓ Se deberá utilizar las técnicas y procedimientos necesarios para remediar y rehabilitar las áreas afectadas, en caso de existir, y que las condiciones de las áreas rehabilitadas sean similares a las condiciones originales del terreno.
- ✓ Queda prohibido el abandono de equipos y materiales en desuso.
- ✓ Todo daño generado por las actividades de construcción de la obra, que no haya sido remediado será reportado por el fiscalizador a Metro de Quito, para proceder con las respectivas multas a las contratistas responsables del evento.
- ✓ Una vez finalizados los trabajos en un frente de obra la contratista deberá entregar a la fiscalización un informe completo de las actividades de cierre de frente de trabajo, donde se valide todas las actividades realizadas y en cumplimiento del plan de manejo ambiental, este informe deberá ser entregado dentro de los 15 días posteriores al cierre. Dicho informe será validado y aprobado por Metro de Quito.

#### **6.3.8.2. Cierre y abandono de la fase constructiva**

Como se ha comentado, en las áreas auxiliares se considerará como etapa de cierre el momento en el cual éstas dejen de ser utilizadas, es decir al finalizar la fase de obra del proyecto, para lo cual se desmantelarán las estructuras existentes en las áreas de prefabricado, las cuales serán trasladadas hacia otros sitios en otros proyectos, por sus propietarios; mientras que las áreas de depósito de material serán reacondicionadas y utilizadas por sus propietarios para otros proyectos. En cualquiera de los casos, el Plan de Cierre deberá incluir:

- Recogida de materiales, equipos y escombros. La maquinaria y casetas de obra y otras instalaciones auxiliares como los campamentos serán desmantelados.
- Desmantelación de las infraestructuras exteriores. Esto se refiere tanto a las temporales por motivo de la fase de construcción como a las propias

infraestructuras del metro si se cierra el metro o alguna parte del mismo, como pueden ser, las bocas de metro, los pozos de ventilación, pozos de bombeo, las salidas de emergencia, etc.

Tal y como se ha indicado en el Estudio de Impacto Ambiental de la PLMQ, una vez termine la fase de construcción, se procurará devolver el área a la situación inicial en la medida de lo posible, atendiendo a criterios ambientales, sociales y estéticos, como mínimo se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Retirada de materiales
- Reubicación de estructuras y mobiliario urbano removido
- Habilitación de vías afectadas
- Revegetación y reforestación, siempre que las condiciones lo requieran
- Reinstalación de los posibles sistemas energéticos, de comunicaciones, de aguas que hayan podido ser movidos
- Un Plan de Restauración de Áreas Afectadas, al que añadiremos la restauración de las zonas ocupadas en la fase de construcción y obra, como son los campamentos, los parques de maquinaria, talleres y otras áreas complementarias:

Como ya se ha indicado en la descripción del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, se construirán pozos de ataque, donde se montará e iniciará el trabajo de la tuneladora. Esta área se deberá restaurar también.

Tal y como se especifica ya en el Plan de Prevención y Mitigación del Impacto sobre las Comunidades Biológicas, se realizará rescate y reubicación de vegetación en las áreas auxiliares que vayan a ser ocupadas o simplemente afectadas, que contengan elementos de importancia ecológica, económica o que sus poblaciones se encuentren amenazadas. Las especies de plantas serán rescatadas antes del inicio de la limpieza y desarraigo de la vegetación, es decir antes de que sufran cualquier tipo de afectación. Este será el caso de los árboles “de gran porte” que se encuentran ubicados en el parque donde se construirá la estación de El Ejido.

Otras áreas que necesitarán restauración tras el cierre de la fase de construcción son los pozos de extracción, que serán necesarios para el desmontaje y extracción de la tuneladora, y las zonas de acopio de material y maquinarias (como los parques de dovelas) que se localizarán previsiblemente en las inmediaciones de estos pozos.

Como habrá diferentes tramos, que no son consecutivos, donde se utilizará la tuneladora, el número de pozos de ataque y de extracción serán varios:

- La Solanda: Pozo de ataque
- La Magdalena: Pozo de extracción

- El Labrador: Pozo de ataque
- El Ejido: Pozo de extracción

Se llevará a cabo una limpieza integral de estas zonas reponiendo todo aquello que existiera anteriormente en las mismas, si es necesario se revegetará, al igual que los caminos de paso de vehículos y maquinaria de obra, ya que se prevé una erosión y degradación de los mismos.

#### **6.3.8.3. Regulaciones**

En relación a la obligatoriedad de dismantelar las infraestructuras, maquinaria y almacenes de material de las obras, y de devolver las áreas temporalmente ocupadas a su situación anterior, según el Art. 72 de la Constitución Ecuatoriana, se reconoce el derecho de restauración a la naturaleza, siendo este derecho independiente a la obligación del Estado y de las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. También se contempla que en casos de impacto ambiental grave o permanente, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración y adoptará medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. Así mismo, el TULSMA también incluye entre las actividades obligatorias del Plan de Manejo Ambiental, un Plan de Cierre y Abandono que asegure la restauración de las mencionadas áreas junto con un programa de dismantelamiento de infraestructuras superficiales o abandono de estructuras subterráneas.

#### **6.3.8.4. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.8.5. Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.3.8.6. Medio de verificación**

- Registros fotográficos
- Registros de ejecución de actividades

## **6.4. FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **6.4.1. Plan de prevención y mitigación de impactos**

#### **6.6.1.1. Plan de prevención y reducción de la contaminación del aire, ruido y vibraciones**

##### **6.6.1.1.1. Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas**

En cuanto a la fase de funcionamiento, debido a que el Metro operará mediante el uso de energía eléctrica, no se espera que genere ningún tipo de material particulado a la atmósfera.

##### **6.6.1.2. Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas**

En cuanto a la fase de funcionamiento, debido a que el Metro operará mediante el uso de energía eléctrica, no se espera que genere ningún tipo de contaminantes al ambiente. Por el contrario, contribuirá a la disminución de gases de efecto de invernadero a la atmósfera, al reducirse el número de vehículos que circularán en el área metropolitana de la Ciudad de Quito. Por lo tanto, el propio metro es una medida correctora en sí mismo, al reducir la contaminación atmosférica en la zona.

##### **6.6.1.2.1. Medidas para el control de ruido**

En la fase de funcionamiento, al ser el metro de circulación subterránea, no se prevé que el ruido que se genere en la operación sea molesto en el exterior. Como norma general, el ruido en esta fase será el generado por el propio desplazamiento del Metro, al entrar en contacto las ruedas con los carriles en el momento en que se frena, se toma una curva, se hace un giro o se realizan cambios de vía. Del mismo modo, el golpeteo de las ruedas con las juntas de los rieles y en su paso por cada durmiente de soporte, pueden ocasionar excesivo ruido en caso de no estar los durmientes y rieles adecuadamente soportados. Además, la megafonía en estaciones, y los sistemas de ventilación también pueden generar molestias.

Entre las medidas a implementar para minimizar las afectaciones por ruido durante la fase de funcionamiento, se debe cumplir con lo siguiente:

- En lo posible optimizar los medios de soporte de durmientes y rieles, con la finalidad de minimizar los contactos entre materiales rígidos que generan mayor ruido.
- Realizar un programa de mantenimiento que evite el ruido en la fase de operación.
- Tornear periódicamente las ruedas cuando sea necesario y comprobar que las mismas se ajusten a los carriles, con el objetivo de limar los vértices y de

esta forma reducir la emisión de ruido, principalmente en las frenadas y en las curvas.

- Tratamiento fonoabsorbente en la plataforma de los andenes de las estaciones para evitar que los fenómenos de reflexión múltiple incrementen el nivel de ruidos en el entorno.
- Instalar pantallas físicas, vegetales o de material aislante, principalmente en las zonas donde se localicen los tramos elevados (patios y talleres), para que actúen como barreras acústicas.
- Aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de los niveles de ruido.
- Tras la puesta en funcionamiento del Metro de Quito se recomienda la realización de un estudio acústico con la finalidad de identificar los tramos acústicos más conflictivos y la necesidad de implementar las medidas correctoras en los mismos.
- Colocar paneles acústicos en la plataforma de la estación para que absorban el ruido.

#### **6.6.1.2.2. Medidas para el control de las vibraciones**

Para minimizar posibles impactos por vibraciones generadas debido al desplazamiento del Metro de Quito, después de un tiempo de encontrarse en funcionamiento, se recomiendan las siguientes medidas:

1. Como sistema de muy alta atenuación de vibraciones se proponen dos tipos de soluciones: Utilización del sistema de sujeción tipo Vanguard o similar (que permita una atenuación de vibraciones del mismo rango). Se puede lograr una atenuación de 25 dB de tal manera que se minimicen los contactos puntuales entre materiales rígidos y se consiga una adecuada distribución de las cargas transmitidas a las estructuras de soporte, mediante la utilización de soportes flexibles que se muestran en los siguientes diagramas.
2. Mejorar la atenuación de sistema de fijación mediante placa tipo adherizada o similar mediante la disposición de manta elastomérica bajo el hormigón de bateo según disposición definidas en los planos de secciones (capítulo 11 del Documento nº 2 Planos). Con este sistema se puede conseguir una atenuación máxima de 20 dB. Se utilizará un sistema de manta elastomérica con mayor capacidad y menor frecuencia propia disponible como las basadas en poliuretano, tipo Sylomer de Getzner o similar.
3. Con estos datos y criterios se han establecido los tramos en los que se mejorará la atenuación de vibraciones y ruido.
4. Revisar y verificar periódicamente el estado de los carriles y las ruedas de todos los vagones del metro.

5. Cumplir con el Programa de Mantenimiento periódico de reperfilado de carriles, esmerilado y engrase de ruedas de todos los vagones del metro y mantenimiento de las vías
6. Asegurar de que no existan durmientes deterioradas, que el carril se encuentre fijado adecuadamente a las traviesas y que el carril esté debidamente asegurado a los aparatos de vía.
7. Aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de los niveles de vibraciones, así como del comportamiento de edificaciones y estructuras sensibles que podrían resultar afectadas.

**Tabla 53 Sistema de atenuación de vibraciones**

TRAMO	SISTEMA DE ATENUACIÓN DE VIBRACIONES PROPUESTO	COMENTARIO
10+250-10+600	Vanguard o similar	Cobertera inferior un diámetro
13+150-13+700	Manta elástica	Cobertera baja y bajo edificaciones
14+600-15+000	Vanguard o similar	Punto sensible según estudio de vibraciones naturales del terreno.
15+500-15+700	Vanguard o similar	Punto sensible según estudio de vibraciones naturales del terreno.
18+300-18+660	Vanguard o similar	Cobertera baja y bajo edificaciones
21+160-21+570	Manta elástica	Centro histórico y aparatos de vía.
21+570-23+160	Vanguard o similar	Punto sensible según estudio de vibraciones naturales del terreno.
23+455-23+680	Manta elástica	Cobertera baja y aparato de vía
25+300-25+583	Vanguard o similar	Punto sensible según estudio de vibraciones naturales del terreno.
25+583-26+500	Manta elástica	Aparato de vía y poca cobertera
26+764-27+200	Vanguard o similar	Punto sensible según estudio de vibraciones naturales del terreno.

**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

#### 6.6.1.2.3. Responsable

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### 6.6.1.2.4. Indicador

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### 6.6.1.2.5. Medio de verificación

- Registros e informe de estudios realizados de vibraciones en etapa de operación

#### 6.6.1.3. Plan de prevención y mitigación de contaminación de suelos

Pese al riesgo leve de que se produzca una contaminación de los suelos, se han previsto una serie de medidas preventivas:

- Se implantarán medidas de vigilancia para evitar vertidos incontrolados de aceites o sustancias contaminantes.
- Se desecharán los residuos conforme a la legislación vigente y se solicitarán las autorizaciones requeridas cuando sea necesario.
- Se preverán lugares específicos para el almacenamiento de combustibles, lubricantes, y productos tóxicos o peligrosos, donde se aplicarán medidas adecuadas para evitar fugas.
- Para evitar fugas y derrames de hidrocarburos, grasas o aceites se instalará un buen sistema de drenaje en las zonas de talleres y dependencias auxiliares con trampas de grasa incluidas que prevendrán la salida del combustible derramado.
- Se ubicarán herramientas adecuadas en las zonas identificadas con mayor riesgo y cercanas a los sistemas de drenaje para asegurar su uso rápido en caso de necesidad (palas, recipientes plásticos y materiales absorbentes).
- Se aplicarán las mejores prácticas a la hora de cambiar aceites y grasas, lavar maquinaria, y gestionar desechos, siguiendo las pautas establecidas en el Programa de manejo de desechos y en las actividades de capacitación y

educación (tanto de este programa con del general sobre capacitación). Se procederá a su almacenamiento adecuado en contenedores apropiados y a su retirada por el gestor autorizado.

#### **6.6.1.3.1. Medidas correctoras**

- Se procederá a utilizar adecuadamente el Equipo de control de derrames.
- Se procederá a la recogida de la sustancia (grasa, aceite, lubricante etc.) con algún material absorbente como aserrín o arena, o almohadillas especiales. Estos materiales se tratarán como residuos peligrosos y la forma de tratamiento y disposición final estará recogida en el apartado de manejo de desechos peligrosos dentro del Programa de manejo de desechos.

#### **6.6.1.3.2. Responsabilidades**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.6.1.3.3. Indicadores**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.6.1.3.4. Medidas de verificación**

- Registros fotográficos

#### **6.6.1.4. Plan de prevención y mitigación de afectación al agua**

Una vez tomadas las pertinentes medidas en la fase de construcción, la fase de funcionamiento no se prevé muy significativa en este aspecto, aun así se deberá garantizar:

- El agua drenada de túneles y estaciones antes de su vertido a los colectores serán tratadas para eliminar posibles arrastres de grasas y lubricantes y sedimentar los sólidos en suspensión que transporten.
- Los materiales peligrosos (aceites, grasas, residuos peligrosos, etc.) se almacenarán en recintos cubiertos, dotados de solera impermeabilizada y sin

conexión exterior. Es conveniente que estos recintos estén dotados de sistema de recogida de derrames y fugas conectada con una arqueta impermeabilizada que favorezca la recogida de los posibles residuos que se generen.

- Las aguas residuales asimilables a urbanas que se generen en cualquier fase del proyecto se evacuarán a través de la red de saneamiento municipal, si no existe red de saneamiento municipal antes de su vertido a cauce serán depuradas.
- El patio estará dotado de instalaciones para eliminar las grasas y aceites de las aguas residuales así como los residuos del lavado de trenes de manera que el agua sea asimilable a urbana antes de su vertido a la red de alcantarillado. Si dicha instalación no puede conectarse con la red de alcantarillado se dotará de una estación depuradora de aguas residuales adecuada a las características del agua residual generada (aguas de limpieza de convoyes, aceites, grasas, sanitarios, duchas, etc.).

#### **6.6.1.4.1. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.6.1.4.2. Indicadores**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.6.1.4.3. Medidas de verificación**

- Registros fotográficos

#### **6.6.1.5. Plan de prevención y mitigación de la afectación a las comunidades biológicas**

Comprende un cronograma de capacitación (inducciones, charlas, talleres, reuniones y otros) sobre la gestión ambiental y forestal, y la aplicación del plan de manejo ambiental y forestal para el equipo técnico que esté involucrado en la fase de Operación. Esta

capacitación será impartida de acuerdo con sus funciones asignadas, para lo cual deberá recurrir a los organismos públicos y privados vinculados con el tema.

La medida está orientada a proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación en la que se deba proteger a las áreas verdes y árboles que se encuentran en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Las personas que trabajarán en el proyecto, recibirán en forma periódica, programas de información y capacitación del área ambiental y sobre resguardo de la flora aledaña al área del proyecto.

Los responsables y periodicidad del plan de mantenimiento se halla indicado en el apartado de dicho Plan de Mantenimiento y del Plan de Seguimiento y Monitoreo.

Para la verificación del cumplimiento de estas medidas se aplicarán las especificaciones técnicas del MTOP y las Guías Técnicas de Parques y Jardines del Municipio de Quito.

En caso de que algunas especies patrimoniales derivados de la gestión de protección, queden en pie dentro de la área de influencia directa, estos serán protegidos hasta la fase de cierre, y contarán con un presupuesto destinado para su mantenimiento durante la fase de operación y será coordinado con el departamento administrativo y ambiental del proyecto; o a su vez se coordinara con la Unidad de Espacio Público de la EPMMOP y Secretaria de Ambiente del MDMQ.

Para el mantenimiento de los árboles se requiere un inventario de árboles y arbustos, jóvenes y adultos, que registre especie, tamaño, espaciamiento, sanidad, edad, tipo de tallo(s), vigor y requerimientos individuales de manejo

Un plano de ubicación y numeración de cada árbol, calendario de ejecución del plan de manejo, presupuesto para ejecutar el plan de manejo, Una supervisión del plan de manejo.

Es necesario ordenar la arborización eliminar los elementos extraños y fuera de lugar, para poder darle seguimiento al sitio ya ordenados deben priorizar los sitios por categorías de atención y presupuesto.

El árbol demanda manejo. Este manejo debe hacerlo la comunidad en coordinación con la autoridad competente.

- **Objetivo.** Concientizar al personal del proyecto, en materia ambiental y sobre al mantenimiento de la flora del sector.
- Tipo de medida: preventiva
- **Acciones:** (1) Diseño de un sistema de capacitación durante la fase de Operaciones; 2) Impartir conocimientos al personal del proyecto sobre aspectos forestales gestionando en lo posible el asesoramiento técnico de expertos o de organismo locales y nacionales competentes al tema.

#### 6.6.1.5.1. Responsable

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.6.1.5.2. Indicadores**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.6.1.5.3. Medidas de verificación**

- Registros fotográficos
- Plan de mantenimiento de los arboles

#### **6.6.1.6. Plan de prevención y mitigación del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana**

Cuando se retire la maquinaria, la señalización, los campamentos, las barreras peatonales y los desvíos y cortes de tráfico, se restaurará la movilidad en la ciudad, pero como ya se ha descrito en el apartado de valoración de impactos, la movilidad y accesibilidad urbana en la ciudad de Quito se verá significativamente mejorada en la fase de operación de la Primera línea de metro. Además, una vez entre en fase de funcionamiento, este proyecto traerá beneficios para el diseño y gestión de más espacios verdes, la reducción del tráfico rodado va a liberar espacio en la vía pública, donde se pueden plantar más árboles o arbustos y por tanto donde la población pueda disfrutar del servicio de estas áreas verdes.

En la fase de operación se deberá tener en cuenta las siguientes medidas:

1. Se deberá contar con señalética necesaria para evitar accidentes en los accesos, salidas de emergencia, pozos de ventilación, entre otros sitios que pudieran representar un riesgo para los usuarios de este servicio. Esta señalética deberá estar acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad y a lo establecido en el Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

#### **6.6.1.6.1. Responsabilidades**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.6.1.6.2. Indicadores**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **6.6.1.6.3. Medidas de verificación**

- Registros fotográficos

#### **6.6.1.7. Plan de prevención y mitigación de la afectación al patrimonio cultural**

Para la fase de operación no se anticipa una afectación importante a los recursos históricos, ni edificios ni restos arqueológicos, aunque no obstante la **medida correctora** ya propuesta anteriormente para los hallazgos arqueológicos puede ser de aplicación también en la fase de funcionamiento, por ejemplo acciones de conservación o correctoras como las siguientes:

- Conservación y renovación de las salas de exposición que se habiliten
- Eventos culturales, convocados por el departamento de Turismo del Municipio que apunten a la recuperación de la memoria histórica.
- Promover y difundir el conocimiento de los valores culturales arqueológicos identificados en el proyecto con énfasis en la niñez y juventud.
- Aplicar y desarrollar mecanismos legales, científicos, técnicos, administrativos y financieros para la preservación y conservación del patrimonio arqueológico recuperado en el proyecto.

En conclusión no existen medidas preventivas ni compensatorias en esta fase de funcionamiento

#### **6.3.4.1.2. Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.3.4.1.3. Indicadores**

Los distintos indicadores y medidas de verificación para el presente plan quedan reflejados en el correspondiente Plan de Monitoreo y Seguimiento que se incluye en el presente documento. No obstante, a grandes rasgos, las medidas que se prevén aplicar para verificar su funcionamiento y los indicadores para medirlo son:

#### **6.3.4.1.4. Medidas de verificación**

- Asistencia de visitantes a exposiciones
- Encuestas para conocer el interés y la preocupación de la población por la posible afectación a estos recursos
- Visitas de turistas a la ciudad

#### **6.3.4.1.5. Indicadores**

- % de visitantes en las salas de exposición de los restos arqueológicos rescatados
- Fotografías del antes y el después en los edificios y monumentos históricos de gran valor.

#### **6.3.4.2. Plan de prevención y control de impactos paisajísticos**

Se garantizará la preservación del paisaje durante toda la fase de funcionamiento, realizando un correcto mantenimiento de las áreas afectadas.

#### **6.3.4.2.1. Indicadores**

No aplica

#### **6.3.4.2.2. Medidas de verificación**

- ✓ Registro fotográfico

#### **6.3.4.2.3. Responsabilidad**

El principal responsable del cumplimiento del presente plan es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de la contratista.

La contratista, tiene la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **6.4.2. Plan de manejo de desechos**

El plan de manejo de desechos desarrollado en la fase construcción del proyecto es aplicable en la fase de funcionamiento, con todas sus obligaciones y responsabilidades así como los diversos manuales de manejo que incluye dicho apartado, por lo que para la fase de funcionamiento se puede consultar el apartado de Manejo de Desechos de la Fase de Construcción y Obra.

#### **6.4.3. Plan de Seguridad y Salud Ocupacional**

En la fase de operación y mantenimiento se seguirá los lineamientos generales descritos en la fase de construcción basado en la estimación del riesgo propuesta para esta etapa de trabajo. De manera específica se tomarán los modelos nacionales e internacionales de gestión para la configuración del plan dentro de los cuatro ejes principales de un sistema de gestión los cuales son los siguientes: a) Gestión administrativa, b) Gestión técnica, c) Gestión de talento humano, d) Procedimientos y programas operativos básicos.

Las actividades principales identificadas para la operación y que agrupan un conjunto de tareas específicas son:

- 1) Pruebas e inspección de equipos
- 2) Operación rutinaria de equipo móvil y estaciones
- 3) Mantenimiento de equipos e instalaciones

La fase operativa estará enmarcada dentro de las actividades preventivas contempladas en el plan de Seguridad y Salud Ocupacional fase de construcción.

El presente valor se encuentra distribuido entre el Plan de Seguridad y el Plan de Contingencias y Emergencias, y deberá ser asumido por la empresa Contratista encargada de la fase de construcción del proyecto Metro de Quito.

#### **6.4.4. Plan de contingencias y respuestas a emergencias**

Los manuales a seguir en la fase de funcionamiento corresponderán con los ya desarrollados para la fase de construcción, por lo tanto se podrán consultar en el apartado correspondiente.

El presente valor se encuentra distribuido entre el Plan de Seguridad y el Plan de Contingencias y Emergencias, y deberá ser asumido por la empresa Contratista encargada de la fase de construcción del proyecto Metro de Quito.

#### **6.4.5. Plan de capacitación ambiental**

El plan de Capacitación ambiental ha sido desarrollado en la fase de construcción, siendo de aplicación también en la fase de funcionamiento, la frecuencia de la formación está detallada en el correspondiente plan.

#### **6.4.6. Plan de rehabilitación de áreas afectadas**

Como ya se ha mencionado, este plan es de aplicación tras la finalización de los trabajos de la fase de obra del proyecto, no obstante pudiéndose extender los trabajos de rehabilitación a la fase de funcionamiento, se aplicarán las medidas, normas y procedimientos descritos en el apartado correspondiente de la fase de construcción.

#### **6.4.7. Plan de monitoreo y seguimiento**

El Plan tiene dos objetivos principales. Por un lado utilizar el sistema de vigilancia que se utilizó en la fase anterior y que garantiza la correcta ejecución de todas las medidas a realizar en esta fase y por otro realizar el monitorio de las variables ambientales, sociales o económicas más importantes, ya mencionadas.

Respecto a las medidas para cumplir con el primer objetivo, éstas serán de verificación mediante visitas a la zona, se analizarán y se redactarán informes sobre el grado de cumplimiento y sobre recomendaciones en caso de no ser satisfactorias. Las medidas de verificación se aplicarán a los siguientes planes:

- Plan de prevención y mitigación de impactos:
- Plan de seguridad industrial y salud ocupacional
- Plan de contingencias y respuesta a emergencias
- Plan de capacitación ambiental
- Plan de manejo de desechos
- Plan de rehabilitación de áreas afectadas
- Programa de cierre y abandono

Los monitoreos se realizaran con laboratorios acreditados ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE.

##### **6.4.7.1. Auditorías ambientales**

La fase constructiva del proyecto, estara sujeto a la realización de auditorías ambientales de cumplimiento del plan de manejo ambiental, las mismas que estarán a cargo de la EPMMQ, en función de lo establecido en la Licencia Ambiental No. 120 y la normativa ambiental vigente.

La Contratista, tiene la responsabilidad cumplir con las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental e implementar acciones correctivas.

La Fiscalización, verificará el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental por parte de la Contratista, así como de la implementación de acciones correctivas.

Respecto a las medidas para el monitoreo de las variables ambientales más significativas, se exponen a continuación:

#### **6.4.7.2. Monitoreo de la calidad del aire**

En cuanto al monitoreo de las emisiones y calidad del aire, éste se concentrará en el monitoreo de la calidad del aire del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito y en la evaluación de las emisiones vehiculares de los vehículos que se utilicen en el mismo, durante la fase de funcionamiento.

Respecto a la calidad del aire, el Municipio de Quito, en su Informe de la Calidad de Aire en Quito de 2010, informó de acuerdo a los registros de 2010, que los principales problemas del aire de Quito están relacionados con la presencia de  $MP_{2.5}$  y partículas sedimentables, lo que se puede corroborar con los registros obtenidos en las distintas estaciones existentes en el Distrito Metropolitano de Quito.

El monitoreo de la calidad del aire se realizará en forma semestral en diez (10) sitios próximos al desarrollo del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito y dentro del área de trabajo. Estas áreas deberán incluir las excavaciones subterráneas y túnel y en los portales de entrada a los túneles. En la selección de los sitios de monitoreo se deben considerar la ubicación de los receptores más sensibles, las actividades de construcción de mayor impacto sobre la calidad del aire, las variables climáticas que podrían influir sobre los efectos de dispersión y las posibles barreras o condiciones naturales de la zona.

Para la fase de operación se mantendrán los 10 sitios de monitoreos seleccionados durante la construcción, que serán muestreados semestralmente durante el primer año de funcionamiento de la Primera Línea del Metro de Quito, y luego anualmente hasta completar un máximo de 3 años.

La verificación de las emisiones vehiculares se realizará en forma anual en 10 sitios a lo largo del alineamiento del metro mediante un prestador de este servicio, debiendo determinar el cumplimiento de los parámetros aplicables según el tipo de vehículo evaluado y los parámetros definidos en la normativa vigente.

Cada uno de los monitoreos contemplará lo siguiente:

- Medición de partículas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ) durante 24 horas
- Medición de  $NO_x$  y  $SO_2$ , mediante el empleo de tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno
- Medición de  $CO_2$ ,  $CO$  y  $CH_4$  dentro de las excavaciones subterráneas

La legislación principal ecuatoriana en la que quedan reflejados las principales limitaciones en relación a la calidad del aire es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente, en cuyo epígrafe 4.1.2.1 del anexo 4 del Libro VI (Norma de Calidad del Aire Ambiente) se indica que el promedio aritmético de la concentración de PM2.5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Además, la concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder de sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año. Respecto a los contaminantes gaseosos los límites admisibles son:

**Tabla 54 Límites establecidos a los contaminantes comunes del aire**

SUSTANCIA	LÍMITE
SO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio aritmético de la concentración de SO<sub>2</sub> determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cúbico (80 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</li> <li>▪ La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico (350 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>), más de una vez en un año.</li> </ul>
CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10 000 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) más de una vez en un año.</li> <li>▪ La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico (40 000 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) más de una vez en un año.</li> </ul>
NO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio aritmético de la concentración de óxidos de nitrógeno, expresada como NO<sub>2</sub>, y determinada en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</li> <li>▪ La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) más de dos (2) veces en un año.</li> </ul>
O <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de una hora, no deberá exceder de ciento sesenta microgramos por metro cúbico (160 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>), más de una vez en un año.</li> <li>▪ La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de ocho horas, no deberá exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico (120 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>), más de una vez en un año.</li> </ul>

SUSTANCIA	LÍMITE

Además, según se indica en los puntos 4.1.3.1 y 4.1.3.2., la Entidad Ambiental de Control establecerá un Plan de Alerta, de Alarma y de Emergencia ante Situaciones Críticas de Contaminación del Aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de Alerta, Alarma y Emergencia. Cada uno de los tres niveles será declarado por la Entidad Ambiental de Control cuando uno o más de los contaminantes comunes indicados exceda la concentración establecida en el siguiente cuadro, o cuando las condiciones atmosféricas se espera que sean desfavorables en las próximas 24 horas. Dichos niveles son los indicados en el siguiente cuadro recopilada de la legislación del Ecuador:

**Tabla 55 Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.**

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de carbono Concentración promedio en ocho horas	15.000	30.000	40.000
Oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono. Concentración promedio en una hora	300	600	800
Óxidos de Nitrógeno, como NO <sub>2</sub> Concentración promedio en una hora	1.200	2.300	3.000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas	800	1.600	2.100
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro horas	250	400	500

**Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 4.**

<sup>[1]</sup> Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

**6.4.7.3. Monitoreo de las emisiones de ruido**

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de ruido debido al proyecto, en zonas próximas a receptores sensibles, para la fase de operación.

Como ya se dijo en la fase de construcción y se explicó, para la medición de las emisiones sonoras o ruido generado por las fuentes fijas y móviles del proyecto, se empleará un sonómetro o decibelímetro.

Según el Acuerdo Ministerial No. 028 mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, que reforma el Anexo 5 (Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para fuentes fijas y fuentes móviles), se indican los niveles máximos de emisión de ruido para FFR. En su punto 4.1.1 se indica que el nivel de presión sonora continua equivalente, L<sub>Keq</sub>, expresados en decibeles, no podrá exceder de los valores que se fijan en el cuadro siguiente:

**Tabla 56 Niveles máximos de emisión de ruido (L<sub>Keq</sub>) para fuentes fijas de ruido**

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	L <sub>Keq</sub> (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (RI)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID 1/ID2)	65	55

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	LKeq (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Industrial (ID 3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2</p> <p>LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

**Fuente: Anexo 5. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.**

En la misma legislación se indica, en su punto 4.2.2 los niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido, los cuales quedan reflejados en el siguiente cuadro:

**Tabla 57 Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores**

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO dB(A)
Motocicletas	De hasta 200 cc	80
	Entre 200 y 500 cc	85
	Mayores a 500 cc	86
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 tn	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 tn	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 tn, y potencia de motor mayor a 20 HP	85
Vehículos de carga	Peso máximo hasta 3,5 tn	81
	Peso máximo de 3,5 tn hasta 12 tn	86
	Peso máximo mayor a 12 tn	88

**Fuente: Anexo 5. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.**

En la fase de funcionamiento se desarrollarán monitoreos anuales.

#### **6.4.7.4. Monitoreo de los niveles de vibración**

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de vibraciones debido al funcionamiento del metro, en zonas próximas a receptores sensibles.

Como se mencionó anteriormente, existen una serie de zonas de edificación sensible a las vibraciones, tanto en la zona norte, como en la centro y en la sur. Por lo tanto será preciso proceder a completar estas mediciones durante la fase de funcionamiento, con la finalidad de evaluar los posibles riesgos que se podrán generar.

Este monitoreo se realizará durante los 3 primeros años de funcionamiento del Metro de Quito.

Según se indica en el Acuerdo Ministerial No. 028, mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, en el apartado relacionado a los Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición, en el numeral 6.1 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones a edificaciones, los niveles de vibración superiores, establece lo siguiente:

“6.1.1. Ningún equipo, aparato o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación de un recinto receptor, o a los edificios, valores más altos a los establecidos en la Tabla 1: Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, según lo especifica la Norma ISO-2631-2:2003.”

**Tabla 58 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones**

USO DEL EDIFICACIO	INDICE DE VIBRACIONES LAW
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

**Fuente:** Tabla 3, Apartado Niveles Máximos de Emisiones de vibraciones y metodología de Medición. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.

**6.4.7.5. Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas**

Este Plan de Monitoreo tiene como objetivo verificar la eficiencia y eficacia de la implementación de las medidas preventivas y correctoras del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Protección de la Calidad de las Aguas del Plan de Manejo Ambiental.

El Monitoreo es la única forma de poder verificar que las medidas implementadas por el Contratista logren los objetivos de protección y mitigación ambiental esperados.

El Monitoreo se realiza mediante mediciones directas en campo y a través del análisis de laboratorio de las muestras. Desde el punto de vista de variables ambientales, el Monitoreo (ya sea continuo o periódico) determina la eficacia de las medidas de mitigación, evita la generación de impactos innecesarios, y permite anticipar medidas complementarias que se requieran.

#### **6.4.7.5.1. Monitoreo de Aguas Superficiales y Subterráneas**

El Monitoreo de aguas subterráneas, durante la fase operativa, comprende lo siguiente:

El Monitoreo permanente que realiza la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito; entidad que responsable de realizar el monitoreo al Acuífero de Quito; específicamente se contarán con resultados de monitoreo de los pozos que se encuentran cercanos al trazado Primera Línea del Metro de Quito y Estaciones, tanto en época seca como en época invernal.

En este monitoreo también se incluyen los pozos identificados por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, para la Primera Línea del Metro de Quito y Estaciones

Adicionalmente la Contratista, tiene la responsabilidad de realizar el Monitoreo de Aguas Superficiales y Subterráneas a través del servicio de un Laboratorio Calificado en el Servicio Nacional de Acreditación Ecuatoriano-SAE, lo siguiente:

- Muestreo puntual de aguas superficiales durante las actividades constructivas.
- Monitoreo semestral, de aguas subterráneas resultantes del nivel freático, dependiendo de la presencia de agua.
- Monitoreo mensual de descarga de aguas subterráneas hacia el alcantarillado.

#### ***Normativa Ambiental aplicable:***

Para determinar los límites permisibles, los criterios de calidad para los distintos usos y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua se deberá tomar en consideración el Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, reformado según el Acuerdo Ministerial 028, del 7 de febrero del 2015.

Para el caso de calidad para aguas subterráneas, se ha tomado como base la Tabla 5. Anexo 1 del TULSMA; debido a que el AM 028, RO 270 del 7 de febrero del 2015, no cuenta con valores referenciales para aguas subterráneas.

**Tabla 59 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico (total)	As	µg/l	35
Bario	Ba	µg/l	338
Cadmio	Cd	µg/l	3,2
Cianuro (total)	CN-	µg/l	753
Cobalto	Co	µg/l	60
Cobre	Cu	µg/l	45
Cromo total	Cr	µg/l	16
Molibdeno	Mo	µg/l	153
Mercurio (total)	Hg	µg/l	0,18
Níquel	Ni	µg/l	45
Plomo	Pb	µg/l	45
Zinc	Zn	µg/l	433
<b>Compuestos aromáticos</b>			
Benceno.	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	15
Tolueno.		µg/l	500
Estireno		µg/l	150
Etilbenceno		µg/l	75

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Xileno (Suma) <sup>1</sup>		µg/l	35
Fenol		µg/l	1 000
Cresol <sup>2</sup>		µg/l	100
Hidroquinona		µg/l	400
Hidrocarburos aromáticos policíclicos			
Naftaleno		µg/l	35
Fenantreno.		µg/l	2,5
Antraceno		µg/l	2,5
Fluoranteno		µg/l	0,5

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1

**Tabla 60 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
<i>Pesticidas Organoclorados</i>			
DDD, DDE, DDT (Suma) <sup>4</sup>		µg/l	0,005
Drins (Suma) <sup>5</sup>		µg/l	0,05
HCH-Compuestos (Suma) <sup>6</sup>		µg/l	0,5

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
<i>Carbamatos</i>			
Carbaril		µg/l	0,06
Carbofuran		µg/l	0,06
Maneb		µg/l	0,05
<i>Organonitrogenados</i>			
Atrazina		µg/l	0,05
<i>Compuestos remanentes</i>			
Ciclohexanos		µg/l	7 500
Ftalatos (Suma) <sup>7</sup>		µg/l	2,75
Hidrocarburos totales de petróleo		µg/l	325
Piridina		µg/l	1,75
Tetrahidrofurano		µg/l	0,75
Tetrahidrotiofeno		µg/l	15

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, TABLA 5

Tabla 61 Límites de descarga (Tabla 9. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	70,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Explosivas o Inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuesto organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Temperatura	°C		<40,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Tabla 9, Anexo 1, AM 028. RO 270, 7 de febrero de 2015.

## 6.5. FASE DE CIERRE

### 6.5.1. Plan de prevención y mitigación de impactos

#### 6.5.1.1. Plan de prevención y reducción de la contaminación del aire, ruido y vibraciones

##### 6.5.1.1.1. Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de partículas suspendidas, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 6.5.1.1.2. Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de gases

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de gases, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 6.5.1.1.3. Medidas para el control de ruido

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de ruido, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 6.5.1.1.4. Medidas para el control de vibraciones

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de pequeñas vibraciones, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

#### **6.5.1.1.5. Medidas de control de la contaminación de suelos**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo

#### **6.5.1.1.6. Medidas para el control de afectaciones sobre la geología y la geomorfología**

Las canteras que se utilizarán durante la vida del proyecto cuentan con sus respectivas licencias ambientales. Estas canteras deberán cumplir con los planes de manejo aprobados por la autoridad competente.

#### **6.5.1.1.7. Medidas para el control de la afectación al agua**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

Serán de aplicación las medidas indicadas en el apartado de construcción.

#### **6.5.1.1.8. Medidas para el control de la afectación a las comunidades biológicas**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

Serán de aplicación las medidas indicadas en el apartado de construcción.

#### **6.5.1.1.9. Medidas de control del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

Serán de aplicación las medidas indicadas para la fase de construcción.

#### **6.5.1.2. Medidas de control de la afectación al patrimonio cultural**

La aplicación de las medidas enfocadas en la prevención y mitigación de la afectación al patrimonio cultural se desarrollará durante las fases de construcción principalmente, aunque se llevará un seguimiento durante toda la vida del metro.

Serán de aplicación las medidas indicadas para la fase de construcción.

#### **6.5.1.3. Medidas control de impactos paisajísticos**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo. Serán de aplicación las medidas indicadas en el apartado de construcción.

#### **6.5.2. Plan de manejo de desechos**

El plan de manejo de desechos desarrollado en la fase construcción del proyecto es aplicable en la fase de explotación y también de cierre, con todas sus obligaciones y responsabilidades así como los diversos manuales de manejo que incluye dicho apartado, por lo que para la fase de funcionamiento se puede consultar el apartado de Manejo de Desechos de la Fase de Construcción y Obra.

#### **6.5.3. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional**

A continuación se desarrolla el plan, siendo similar tanto en la fase de construcción como en la de cierre para la Primera Línea del Metro de Quito. Revisar apartado Plan de seguridad de la fase de construcción.

#### **6.5.4. Plan de contingencias y respuestas a emergencias**

Los manuales a seguir en la fase de cierre se corresponden con los ya desarrollados para la fase de construcción, por lo tanto se podrán consultar en el apartado correspondiente.

#### **6.5.5. Plan de capacitación ambiental**

El plan de Capacitación ambiental ha sido desarrollado en la fase de construcción, siendo de aplicación también en la fase de funcionamiento y cierre, la frecuencia de la formación está detallada en los cuadros integrados en el apartado mencionado.

- ✓ El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.
- ✓ La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.
- ✓ Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su

cabal cumplimiento.

#### **6.5.6. Plan de rehabilitación de áreas afectadas**

Como ya se ha mencionado, este plan es de aplicación tras la finalización de los trabajos de la fase de obra del proyecto, no obstante pudiéndose extender los trabajos de rehabilitación a la fase de funcionamiento y cierre, se aplicarán las medidas, normas y procedimientos descritos en el apartado correspondiente de la fase de construcción.

#### **6.5.7. Plan de cierre y abandono**

Una vez que el proyecto cumpla con su vida útil o sea modificado cerrando una o varias de sus partes, se deberá desarrollar un plan específico y detallado, tomando las medidas adecuadas para el cierre y abandono definitivo, en ese momento y con las circunstancias que existan entonces.

No obstante, si eventualmente se diera el caso que en algunas de las fases del proyecto éste tuviera abandonarse, se ejecutará un Plan de Abandono Definitivo, el cual contemplaría todas aquellas medidas que permitieran restaurar el medio a sus condiciones naturales, sin mostrar señales de afectación o perturbación, en base a la estrategia propuesta en el EsIA.

En el caso del Plan de cierre definitivo del proyecto, este se aplicará en la fase de cierre del proyecto, pero se empezará a elaborar en los últimos meses de vida del mismo, o bien cuando se abandone o clausure alguna parte del proyecto, por ejemplo algún túnel, pero no se prevé que ocurra en los 5 primeros años de vida del proyecto.

#### **6.5.8. Plan de seguimiento y monitoreo**

En esta fase el objetivo del plan se puede dividir en dos, por un lado habrá que comprobar que las medidas que se incluyen en los diferentes planes del Plan de Manejo se cumplen y por otro controlar las variables ambientales más relevantes en aquellas actuaciones de cierre o abandono que se realicen como pueden ser: el desmantelamiento de las construcciones auxiliares y la restitución de las áreas que ocupaban. Las medidas a aplicar en el cierre de la línea de metro como tal no se presupuestan en este momento y se tendrán que tener en cuenta cuando, llegado el momento, se hagan los respectivos proyectos de abandono de la línea.

Para cumplir con el primer objetivo se aplicarán medidas de control, vigilancia y verificación de las medidas que se incluyen en los correspondientes planes. Para la ejecución de las mismas se realizarán inspecciones visuales y encuestas a la población, en caso de ser necesarias, para verificar el cumplimiento y se redactarán informes sobre la satisfacción o no del cumplimiento, indicando acciones correctoras en caso de no cumplimiento.

Las medidas serán muy similares a las aplicadas durante la construcción, por ejemplo:

- Plan de prevención y mitigación de suelos habrá que vigilar que se cumplan las medidas que se indican en dicho plan (vigilancia de vertidos, existencia

de lugares específicos para almacenamiento, cumplimiento de la legislación en tema de vertidos, etc.)

- Plan de prevención y mitigación de impactos sobre la geología y geomorfología: cumplimiento de los requisitos exigidos a las canteras.
- Plan de prevención y mitigación de afectación al patrimonio cultural: habrá que ver si el desmantelamiento de alguna estructura auxiliar puede afectar al patrimonio cultural y en su caso verificar el cumplimiento de las medidas desarrolladas en el plan de cierre correspondiente.
- Plan de prevención y control de impactos paisajísticos: verificar que se cumplen las medidas de restauración paisajística descritas en los correspondientes planes de cierre de las áreas auxiliares.
- Plan de seguridad industrial y salud ocupacional: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase.
- Plan de contingencias y respuesta a emergencias: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase
- Plan de cierre y abandono: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase

Para cumplir con el segundo objetivo se monitorearán las variables ambientales más relevantes, cuyos parámetros, frecuencias y umbrales están definidos en la fase de construcción. Los lugares de medición de dichas variables se realizarán en los sitios auxiliares que vayan a ser abandonados.

Por lo tanto para el monitoreo de las siguientes variables: calidad del aire (emisión de partículas y gases), ruido, vibraciones, suelo, se aplicarán las mismas medidas que en la fase de construcción. Los parámetros y umbrales son los mismos y los lugares de monitoreo serán las zonas que ocupaban los campamentos, infraestructuras y obras auxiliares que tendrán que ser desmantelados.

El Programa de Monitoreo Ambiental, se basará en la verificación del cumplimiento, de la implementación de cada una las medidas, procedimientos, frecuencias y responsables; que se encuentran determinadas en el Plan de Cierre y Abandono de la construcción y operación de la Fase II del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

## 6.6. Glosario de términos

- **A.T.C:** Control Automático Del Tren
- **A.T.S:** Supervisión Automática de Trenes

- **B.T:** Alta tensión
- **BRETEL:** Conjunto de desvíos formando un escape doble en forma de cruz
- **C.R.E.T.I.B.:** Hace referencia a las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico)
- **C.T.C:** Control de Tráfico Centralizado
- **CaO:** Óxido de Calcio
- **CCN:** Corredor Central Norte
- **CGBT:** Cuadros Generales de Baja Tensión
- **CHQ:** Centro Histórico de Quito
- **CLOTOIDES:** Curva tangente al eje de las abscisas en el origen y cuyo radio de curvatura disminuye de manera inversamente proporcional a la distancia recorrida sobre ella
- **CMS:** Conservación de las Especies Migratorias
- **CO:** Monóxido de hidrógeno
- **COPs:** Compuestos Orgánicos Persistentes
- **COV's:** Compuestos Orgánicos Volátiles
- **CTE:** Centros de Transformación de Estación
- **CTV:** Centros de Transformación de Ventilación
- **DAP:** Diámetro a la altura del pecho
- **DDT:** Dicloro Difenil Tricloroetano
- **DRESINAS:** Es un vehículo ferroviario ligero, conducido por personal propio del servicio.
- **DRM:** Daily Review Meetings
- **EMMOP:** Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas
- **EPB:** Air Pressure Balance
- **EPMGIRS:** Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos

- **EPMMQ:** Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
- **EsIA:** Estudio de Impacto Ambiental
- **GÁLIBO:** Distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel medio del curso de agua
- **GFCI:** Ground Fault Circuit Interrupter
- **HES:** Environment, Health and Safety
- **IESS:** Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- **IESS:** Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- **IMP:** Instituto Metropolitano de Patrimonio
- **INPC:** Instituto de Patrimonio Cultural
- **ISO:** International Organization for Standardization
- **KV:** Kilovoltio
- **LGA:** Ley de Gestión Ambiental
- **MAE:** Ministerio de Ambiente del Ecuador
- **MP2.5 :** Material Particulado 2.5
- **NFPA:** Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
- **NO2:** Dióxido de nitrógeno
- **NT INEN :** Norma Técnica del Servicio Ecuatoriano de Normalización
- **O3:** Ozono
- **P.C.C:** Puesto de Control Central
- **PCBs:** Policlorobifenilos
- **PCC:** Puesto de Control Centralizado
- **PCL:** Puesto de Control Local
- **PLMQ:** Primera Línea del Metro de Quito
- **RAOHE:** Reglamento ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador
- **RCL:** Revisiones de Ciclo Largo

- **ROPS:** Pórtico de seguridad antivuelco
- **SCE:** Sistema de control de estaciones
- **SEM:** Método de excavación secuencial
- **SENAGUA:** Secretaría Nacional del Agua
- **SO2:** Dióxido de azufre
- **SUMA:** Sistema Único de Manejo Ambiental
- **TBM :** Tunnel Boring Machine
- **TBM-EPB:** (Tunnel Boring Machine) o minador a sección completa
- **TULSMA:** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
- **TULSMAG:** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería
- **TVCC:** Sistema de televisión en circuito cerrado
- **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- **UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

#### **6.7. Anexos**

Los anexos forman parte integrante del presente Plan de Manejo Ambiental.

1. Especificaciones de Responsabilidad Social (RS) para Contratistas.
2. Trazado de la Primera Línea del Metro de Quito
3. Rescate arqueológico Metro de Quito
4. Procedimientos del Plan de Relaciones Comunitarias: Gestión de Quejas Ciudadanas, Relacionamiento Comunitario e Información y Seguimiento).