ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Diseño De Un Plan De Mantenimiento Para La Infraestructura E Instalaciones Técnicas De Los Túneles De Guayaquil"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Daniel Alfredo Suárez Rovello

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2003

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a los ingenieros Rodrigo Sarzosa Director de Tesis, Jorge Berrezueta y Rubén Coronel por su invaluable ayuda e incondicional apoyo.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y a mi novia; y de manera muy especial a mis hermanos Juan Carlos y Valeria, espero que este paso dado sea un ejemplo a seguir, en busca de la excelencia profesional y la autorrealización personal.

BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
A. E. F. I. M. C. P.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DELEGADO DEL DECANO
DE LA FIMCP

Ing. Rodrigo Sarzosa C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Mario Moya R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

Daniel Suárez Rovello

RESUMEN

El proyecto de construcción de los Túneles de los cerros “El Carmen” y “Santa Ana” es una de las obras más grandes e importantes que se hayan ejecutado en los últimos años y la primera de este tipo, en la ciudad de Guayaquil.

La M.I. Municipalidad de Guayaquil, no ajena a las prácticas modernas de la administración, regida por la calidad total y la competitividad, está interesada en la preservación de las obras realizadas y el garantizar la operatividad permanente del servicio que estas brindan a la comunidad.

El presente trabajo está dividido en las siguientes fases de estudio claramente definidas: investigación, análisis y síntesis.

La fase de investigación consiste en realizar una introducción de los principios y conceptos fundamentales del Mantenimiento General de Edificaciones, Equipos, Máquinas e Instalaciones, así como las principales actividades de mantenimiento en Túneles. En esta fase se definieron los siguientes sistemas que conforman el Túnel: Sistema Vial, de Energía, de Iluminación, de Ventilación y de Control. Esta fase comprende además, la descripción de las características del proyecto y un inventario de cantidades de cada uno de los componentes de los sistemas tales como pavimentos, revestimiento del túnel,

señalización, equipos de transformación y distribución eléctrica, luminarias, ventiladores, sensores, cámaras, entre otros y que requerirán de un nivel de mantenimiento preventivo programado para cumplir con los fines específicos.

La fase de análisis consiste en la clasificación de los componentes de la obra según el grado de criticidad, así como la determinación de las actividades principales de mantenimiento de cada uno de ellos tal como: inspección y limpieza de pavimentos, aceras, revestimiento, señalización y drenajes; limpieza y sustitución de lámparas; mantenimiento y pruebas de grupo electrógeno, inspección y limpieza de ventiladores, calibración y limpieza de sensores de gases y de luminosidad, verificación funcional y limpieza de Circuito Cerrado de Televisión y limpieza de Instalaciones en General.. Además de ello, se determinaron las frecuencias y horarios de ejecución de estas actividades, así como el personal, herramientas y equipo necesarios.

En la fase de síntesis se obtiene el Plan de Mantenimiento Preventivo Programado que es en definitiva el resumen de la investigación. Sobre la base del análisis y del estudio realizado se determina que las cargas de trabajo son moderadas y que el grado de especialización técnico necesario es alto. Por estas razones es conveniente dividir el mantenimiento a ejecutarse en tres partes bien definidas y agrupadas: el mantenimiento eléctrico, mantenimiento de la Obra Civil y Servicios Generales (limpieza de instalaciones). Estas

actividades de mantenimiento deben ser tercerizadas a empresas especializadas en la provisión de esos servicios, tratando en lo posible de ubicar una empresa que preste servicios de mantenimiento integral. Para tal efecto, la M.I. Municipalidad de Guayaquil, deberá firmar contratos de Mantenimiento Preventivo con recurrencias definidas, tal y como ocurre con los contratos de Consultoría, Fiscalización y Construcción de Obra Pública. Estas empresas deberán de estar en capacidad de poder proveer servicios de mantenimiento correctivo en el campo de cobertura del mantenimiento preventivo contratado, para lo cual, con el visto bueno del delegado de la Municipalidad se podrá proceder a realizarlo. El pago se canalizará una vez presentada la planilla respectiva que será analizada y aprobada por el Departamento de Obras Públicas.

Existe una actividad adicional al mantenimiento que deberá realizarse: -La Operación y Control de los Túneles. Esta labor consiste en la observación permanente de las incidencias en el interior de los Túneles y sus alrededores, así como en el control por computador de los parámetros funcionales de los diferentes Sistemas que componen el equipamiento complementario del mismo. Este equipo consistente en un operador que controle las cámaras y un tecnólogo eléctrico que controle los parámetros funcionales desde el computador y sea capaz de realizar mantenimientos menores en la Central de

Energía y equipos de Iluminación y Ventilación. Este personal dirigido por un superior, se encargará además de realizar actividades de inspección de las Instalaciones y así poder determinar las obras que requieren de prioridad en la ejecución de las labores de Manutención. Es importante que la entidad que se responsabilice por la Operación y Control de los Túneles se ajena a las empresas que hacen el mantenimiento de los mismos, ya que así esta entidad fiscalizará y supervisará las actividades realizadas por los contratistas de mantenimiento. Para el caso específico de este proyecto, se estima conveniente que la Municipalidad, con personal propio realice las actividades de Operación y Control. Para tal efecto sería necesario crear una Unidad de Operación de Túneles bajo la Dirección del Departamento de Obras Públicas.

En el caso de que, por políticas de la Alcaldía, se decida tercerizar las actividades de Operación y Control, es necesaria de todas formas la contratación de un personal que supervise el cumplimiento de todas las responsabilidades contractuales de las empresas contratadas.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....II

INDICE GENERAL.....VI

ABREVIATURAS.....XV

SIMBOLOGÍA.....XVI

ÍNDICE DE FIGURAS.....XVIII

ÍNDICE DE TABLAS.....XIX

ÍNDICE DE PLANOS.....XX

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO 1

1. MARCO REFERENCIAL.....3

1.1. Mantenimiento General.....3

1.1.1. Principios y Fundamentos General. Conceptualización.....4

1.1.2. Mantenimiento Preventivo.....8

1.1.2.1. Definición.....8

1.1.2.2. Objetivos y Alcance.....9

1.1.2.3. Beneficios Tangibles.....11

1.1.2.4. Plan Anual Programado.....13

1.1.2.5. Priorización en la Determinación y Selección de Equipos e Instalaciones.....15
1.1.2.6. Determinación de Frecuencias de Mantenimiento. Recurrencias. 19
1.1.3. Mantenimiento Correctivo.....20
1.1.4. Mantenimiento Predictivo.....21
1.1.5. Mantenimiento de Modernización y de Desarrollo.....22
1.1.6. Sistemas de Mantenimiento.....22
1.1.6.1. Definición.....23
1.1.6.2. Objetivos.....24
1.1.7. Programación de Mantenimiento.....25
1.1.8. Estructura de un Departamento de Mantenimiento sobre la base del uso de los Recursos Humanos.....28
1.1.8.1. Con Recursos Propios (inhouse).....29
1.1.8.2. Con Recursos Externos (outsourcing).....30
1.1.9. Actividades de un Departamento de Mantenimiento. Clasificación.....32
1.2. Túneles.....35
1.2.1. Definición.....35
1.2.2. Historia y Evolución.....36

1.2.3. Presente y Futuro del Túnel.....39
1.3. MANTENIMIENTO DE TÚNELES.....39
1.3.1. Objetivos.....40
1.3.2. Mantenimiento de Obras Civiles.....41
1.3.3. Mantenimiento de Instalaciones, Sistemas e Infraestructura Complementaria.....42

CAPITULO 2

2. ANTECEDENTES.....45
2.1. Marco General del Proyecto de los Túneles de los Cerros El Carmen y Santa Ana en la Ciudad de Guayaquil.....45
2.1.1. Objetivos.....46
2.1.2. Túnel 1 (Sentido Norte-Sur).....47
2.1.3. Túnel 2 (Sentido Sur-Norte).....47
2.1.4. Infraestructura Complementaria.....48
2.1.5. Instalaciones Técnicas existentes.....49
2.2. Justificación del Tema.....49
2.3. Objetivos del Estudio.....52
2.3.1. Generales y Macro Objetivo.....52
2.3.2. Específicos.....53

2.4. Metodología de Trabajo.....54

2.5. Alcance y Limitaciones del Estudio.....55

CAPITULO 3

3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....58

3.1. Sistema Vial.....58

3.1.1. Pavimentos.....59

3.1.2. Aceras.....60

3.1.3. Revestimiento del Túnel.....61

3.1.4. Señalización.....62

3.2. Sistema de Drenajes.....62

3.2.1. Drenaje de los Túneles.....62

3.2.2. Descargas Externas.....64

3.3. Sistema de Transformación y Distribución de Energía.....65

3.3.1. Centro De Transformación y Distribución.....65

3.3.1.1. Celdas M.T.....66

3.3.1.2. Transformador.....66

3.3.1.3. Celdas B.T.....67

3.3.2. Grupo Electrógeno.....68

3.3.3. Equipos de Continuidad y de Respaldo.....68

3.3.4. Líneas de Distribución.....69
3.4. Sistema de Iluminación.....70
3.4.1. Luminarias y Lámparas en los Túneles.....73
3.4.2. Luminancímetros.....76
3.4.3. Iluminación Vial.....79
3.5. Sistema de Ventilación.....80
3.5.1. Ventiladores.....81
3.5.2. Detectores de CO (Monóxido de Carbono) y Opacidad.....82
3.6. Sistema de Control y Vigilancia.....83
3.6.1. Circuito Cerrado de Televisión.....83
3.6.1.1. Cámaras.....84
3.6.1.2. Monitores.....85
3.6.2. Señalización Mensaje Variable.....86
3.6.3. Central de Control.....87
3.6.4. Sistema de Supervisión de la Red de Distribución.....87

CAPITULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....89
4.1. OBJETIVOS.....89
4.1.1. Generales.....89

4.1.2. Específicos.....90
4.2. INVENTARIO GENERAL DE LOS SISTEMAS.....91
4.2.1. Sistema Vial.....91
4.2.1.1. Pavimentos.....91
4.2.1.2. Aceras.....93
4.2.1.3. Revestimiento del Túnel.....94
4.2.1.4. Pintura del Revestimiento.....95
4.2.1.5. Señalización.....96
4.2.1.5.1. Marcas Viales.....96
4.2.1.5.2. Portales de Señalización.....97
4.2.1.5.3. Señalización Vertical.....98
4.2.2. Sistema De Drenajes.....99
4.2.2.1. Drenaje Túneles.....99
4.2.2.2. Descargas Externas.....101
4.2.3. Sistema Transformación y Distribución De Energía.....101
4.2.3.1. Centro de Transformación y Distribución.....102
4.2.3.1.1. Celdas M.T.....102
4.2.3.1.2. Celdas B.T.....103
4.2.3.1.3. Transformadores.....104
4.2.3.2. Grupo Electrógeno.....107

4.2.3.3. Equipos de Continuidad.....110
4.2.3.4. Líneas de Distribución.....110
4.2.4. Sistema de Iluminación.....112
4.2.4.1. Luminarias y Lámparas en Túneles.....112
4.2.4.2. Luminancímetros.....116
4.2.4.3. Iluminación Vial.....118
4.2.5. Sistema de Ventilación.....120
4.2.5.1. Ventiladores.....120
4.2.5.2. Detectores de CO y Opacidad.....124
4.2.6. Sistema de Control.....126
4.2.6.1. Circuito Cerrado de Televisión.....126
4.2.6.1.1. Cámaras.....126
4.2.6.1.2. Monitores.....127
4.2.6.1.3. Amplificadores.....128
4.2.6.1.4. Selector Manual Automático.....129
4.2.6.1.5. Video Registrador.....129
4.2.6.2. Señalización Mensaje Variable.....130
4.2.6.3. Central de Control.....131
4.2.6.4. Sistema de Supervisión de Red de Distribución.....132
4.3. Necesidades Generales de Mantenimiento.....133

4.3.1. Sistema Vial.....133
4.3.2. Sistema de Drenajes.....137
4.3.3. Sistema Transformación y Distribución de Energía.....139
4.3.4. Sistema de Iluminación.....139
4.3.5. Sistema de Ventilación.....141
4.3.6. Sistema de Control.....142
4.4. Lista de Subcontratistas y Proveedores.....143
4.5. Determinación de Equipos e Instalaciones Criticas.....156
4.6. Determinación de Periodos y Tipos de Mantenimiento.....158
4.6.1. Inspección.....160
4.6.2. Limpieza.....186
4.6.3. Reemplazo.....212
4.6.4. Mantenimiento General Periódico.....216
4.7. Métodos y Procedimientos de Actuación ante Incidencias.....246
4.7.1. Planes de Contingencias.....246
4.8. Diseño de Cronograma de Mantenimiento y Plan General de Mantenimiento Preventivo Programado.....258
4.9. Recomendaciones de la Estructura Idónea a aplicar.....258
4.9.1. Con Recursos Propios.....260
4.9.1.1. Requerimientos de Personal Técnico y Administrativo.....261

4.9.1.2. Diseño Estructura Organizacional.....274
4.9.2. Con Recursos Externos.....274
4.9.2.1. Requerimientos de Personal Técnico y Administrativo.....275
4.9.2.2. Diseño de Estructura Organizacional.....283
4.10. Requerimientos de Espacio.....284
4.10.1. Oficinas.....285
4.10.2. Áreas de Trabajo.....286
4.11. Manejo y Almacenamiento de Materiales.....287
4.11.1. Determinación De Equipos Para Mantenimiento.....287
4.11.2. Determinación De Necesidades De Inventario.....288
4.11.3. Requerimientos De Espacio para Bodegas.....292

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....293

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

a.C.	antes de Cristo
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
M.I.	Muy Ilustre
Av.	Avenida
Long.	Longitud
M.T.	Media Tensión
B.T.	Baja Tensión
MOP	Ministerio de Obras Públicas
Temp.	Temperatura
Amb.	Ambiente
Cap.	Capacidad
Flex.	Flexible
Máx.	máxima
Func.	Funcionamiento
Atm.	Atmosférica
Volt.	Voltaje
H	Horizontal
V	Vertical
PLC	Controlador Lógico Programable
CPU	Unidad Central de Procesamiento

SIMBOLOGÍA

uni	unidad
m	metro
m2	metro al cuadrado
ml	metro lineal
km	kilómetro
No.	Número
PH	Potencial de hidrógeno
f'c	resistencia a la compresión simple
kg	kilogramos
cm	centímetro
cm2	centímetro al cuadrado
cm3	centímetro cúbico
mm	milímetro
mm	milímetro al cuadrado
ø	diámetro
KV	Kilo Voltios
V	Voltios
KVA	Kilovolt amperios
3F	trifásico
N	Neutro
mA	miliamperios
A	Amperios
KA	kilo amperios
>	mayor que
<	menor que
Hz	Herzios
W	vatios

KW	kilo vatios
PVC	Polivinilo
Cd	candela
W	Wattios
L_{20}	Luminancia en un campo de visión de 20 grados
CO	Monóxido de Carbono
p.p.m.	partes por millón
kN	kilo Newton
e	espesor
s	segundo
°C	grados centígrados
dB(A)	decibeles
lt	litro
gal	galón
h	hora
min	minuto
rpm	revoluciones por minuto
AC	corriente alterna
DC	Corriente continua
Ohm	ohmios
HP	caballos de fuerza
CO	monóxido de carbono
mbar	milibar
Pa	pascal
Ω	ohmios
lb	libra

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Estructura de un Departamento de Mantenimiento.....28
Figura 3.1 Luminancia dentro de un Túnel.....73
Figura 3.2 Zonas de entrada y Transición.....76
Figura 3.3 Zona de acceso de Túnel 2.....79
Figura 4.1 Pavimentos en Av. Morán de Buitrón.....93
Figura 4.2 Acera, Sumidero y Revestimiento en Túnel 2.....95
Figura 4.3 Portales de Señalización.....98
Figura 4.4 Letrero en boca del Túnel.....99
Figura 4.5 Tapas de drenaje.....100
Figura 4.6 Celdas M.T.... 103
Figura 4.7 Celdas B.T.....104
Figura 4.8 Transformador.....106
Figura 4.9 Grupo Electrógeno.....110
Figura 4.10 Luminarias y canaletas en Túnel.....116
Figura 4.11 Luminaria Vial.....120
Figura 4.12 Ventiladores Woods.....123
Figura 4.13 Central de Control.....132

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Tramos Natural y Artificial de los Túneles.....48
Tabla 2 Valores de Luminancia en la Zona de Adaptación Túnel 1.....71
Tabla 3 Valores de Luminancia en la Zona de Adaptación Túnel 2.....72
Tabla 4 Tabla de cantidades de repuestos.....289

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Plano General de Proyecto.
Plano 2	Sección Rectangular del Túnel
Plano 3	Sección Policéntrica del Túnel
Plano 4	Esquema de Distribución de Luminarias Túnel 1
Plano 5	Esquema de Distribución de Luminarias Túnel 2
Plano 6	Esquema de Distribución de Ventilación Túnel 1
Plano 7	Esquema de Distribución de Ventilación Túnel 2
Plano 8	Oficina de Unidad de Operación Túneles
Plano 9	Cabina de Transformación, cuarto de control y UPS
Plano 10	Cabina de Transformación y Generación de los Túneles
Plano 11	Ubicación de Unidad Operación Túneles

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo desarrolla el “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Infraestructura e Instalaciones Técnicas de los Túneles de Guayaquil” enfocado en la determinación de las actividades de mantenimiento necesarias para las Edificaciones, Instalaciones y Equipos que conforman el proyecto en mención. El objetivo de este plan de Mantenimiento será el garantizar la operación continua y segura de los Túneles, la seguridad de los usuarios y, por ende, la conservación de toda la obra en general.

La primera etapa consiste en la realización del análisis del proyecto existente, para luego realizar un inventario general de todos los componentes del mismo desde el marco referencial del Mantenimiento General. Posteriormente se determinarán las actividades de mantenimiento, frecuencias, personal y equipo necesarios para efectuar las labores asignadas, en función de las características de los equipos y la realidad del entorno. Además se harán recomendaciones de niveles de stock mínimos de repuestos a mantener, requerimientos de espacio y planes de contingencia ante eventuales incidentes. El trabajo servirá para que la M.I. Municipalidad de Guayaquil aplique el método de contratación de Mantenimiento más idóneo y su contenido pueda utilizarse como guía en la elaboración de los documentos pre-contractuales respectivos. El estudio servirá como

referencia al equipo encargado de la ejecución y supervisión de las actividades a ejecutarse. En el presente trabajo se incluye un compendio inicial en el cual se presenta un marco teórico del alcance del Mantenimiento General y la importancia de las actividades y tareas inherentes.

CAPÍTULO 1

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Mantenimiento General

La teoría y principios de mantenimiento han ido evolucionando a través de los años desde el mantenimiento correctivo, pasando por el preventivo, hasta el mantenimiento predictivo e incluso incluyendo en la actualidad actividades de desarrollo y de modernización entre las actividades primarias del Mantenimiento propiamente dicho.

A continuación se desarrollará un marco conceptual referencial de la teoría del Mantenimiento General de Edificaciones, Instalaciones y Equipos, así como las etapas para la implementación de planes de mantenimiento, los objetivos que se persiguen, los beneficios y principales actividades que lo conforman.

1.1.1. Principios y Fundamentos Generales. Conceptualización

Al igual que otras actividades desarrolladas por el Ser Humano, los procesos de Mantenimiento y todas sus actividades inherentes están basadas en parámetros que rigen y norman las labores a ejecutarse. En mantenimiento estos parámetros se conocen como los principios básicos de Mantenimiento. A continuación se detallan y explican brevemente los principios que deberán estar siempre presentes en el desarrollo de las actividades de mantenimiento de edificaciones, instalaciones y equipos:

- *Ideales claramente definidos:*

Es necesario que todos los empleados que conforman la empresa conozcan y compartan los ideales de la misma. Para esto es necesario hacer conciencia de la responsabilidad e importancia que implican el cuidado y preservación de los activos de la empresa.

- *Sentido común:*

Lo que debe primar en toda acción a ser ejecutada es el sentido común. Por tal razón se deben delegar oportunamente decisiones que, tomadas en el momento adecuado y por el

personal idóneo, permitan solucionar problemas determinados en el tiempo justo y de manera oportuna evitando paradas forzadas o interferencias en los procesos y actividades de la empresa.

- *Consejo Competente:*

Es importante fomentar el trabajo en equipo para crear un ambiente de confianza, en donde el personal sea siempre comunicativo y se transmitan ideas que en determinado momento sean de gran utilidad.

- *Disciplina:*

Se debe exigir el fiel cumplimiento de las funciones y responsabilidades asignadas a cada trabajador de la empresa, así como las reglas u órdenes definidas por la empresa.

- *Honradez:*

Es necesario establecer el principio de la honradez en todo departamento de mantenimiento, para satisfacer los objetivos estratégicos de la empresa. La manera más sencilla y evidente de lograr aquello es predicando con el ejemplo.

- *Registros fiables, inmediatos y adecuados:*

Un principio muy importante en Mantenimiento, que obliga a contar en todo momento con registros fiables que nos permitan tener un conocimiento cabal de los equipos, edificaciones y sistema que se tienen y el historial de mantenimiento de cada uno de ellos.

- *Distribución de Ordenes de Trabajo:*

Es necesario contar con un sistema de órdenes de trabajo efectivo, que permita asignar al personal idóneo, en el momento adecuado y con el equipo necesario, una actividad de mantenimiento requerida.

- *Estándares y Programas:*

Es necesario definir los estándares y programas de mantenimiento adecuados, en función de las características, recursos y políticas de la empresa. El establecimiento de estándares depende de diversos factores como la naturaleza de la compañía o empresa, la proyección de la misma, el entorno en que se desenvuelve, la disponibilidad económica, los tiempos de respuesta esperados y el tipo de edificaciones, sistemas, instalaciones y equipos de los que se dispone. Los programas son determinados en función de la estructura de mantenimiento,

es decir de los recursos de los que se dispone para realizar las actividades con personal y equipos propios (in house) o subcontratados/tercerizados (outsourcing).

- *Condiciones Estándares:*

Es conveniente programar y planificar el mantenimiento para condiciones normales y generales de funcionamiento y operación, así como para condiciones locales específicas. Por ejemplo, no son iguales las necesidades de mantenimiento de un equipo o instalación dentro de un túnel que fuera de este. También es necesario definir un plan de contingencias que permita ajustar el plan general preestablecido para casos eventuales que suelen presentarse, y que son generalmente emergentes.

- *Operaciones Estándares:*

Es conveniente determinar las operaciones estándares necesarias para el cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento. Dichas operaciones, que generalmente son de tipo preventivo y de recurrencia fija, están relacionadas con las exigencias y recomendaciones del fabricante de los equipos,

maquinarias o instalaciones, y su cumplimiento es de responsabilidad directa del departamento de mantenimiento.

1.1.2. Mantenimiento Preventivo

1.1.2.1. Definición

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir). El objetivo último del Mantenimiento Preventivo es el asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a faltas de estas: -las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc..
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y Calibraciones.
- Supervisión y Control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo, por ejemplo: horómetros).

1.1.2.2. Objetivos y Alcance

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de dañados causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.

- Establecer los programas mas apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.

- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.

1.1.2.3. Beneficios Tangibles

La implementación en cualquier empresa de un correcto programa de Mantenimiento Preventivo trae consigo una serie de mejoras y beneficios que detallamos a continuación:

- Menor pérdida de tiempo en procesos por detenciones e interferencias en los equipos, maquinarias, sistemas o instalaciones de la empresa.

- Mejor atención a los clientes externos e internos de la organización.

- Menor cantidad de equipos de stock para reemplazo (back-up), mientras se mantienen preventivamente o reparan los mismos.

- Posibilidad de focalizar rubros que generan gastos innecesarios de mantenimiento por: -mala utilización o uso irracional, -abusos o negligencia en la operación, -deterioro extremo de un activo y obsolescencia

- Mejor conservación y operación de los equipos en general, evitando reemplazos prematuros de piezas y partes por falta de prevención.

- Optimización del uso de los recursos humanos propios o externos de los que se dispone, evitando tareas de mantenimiento correctivo en lo posible.

- Eliminación de reparaciones o arreglos recurrentes repetitivos por falta de controles (monitoreo) y supervisión.

- Menor costo de las reparaciones posteriores (mantenimiento correctivo), ya que se hacen arreglos y ajustes pequeños antes de que ocurran fallas de consideración, que impliquen desembolsos mayores o reemplazo de partes constitutivas.

- Permite incorporar en la responsabilidad del mantenimiento al operador de un equipo, tal como sucede en el Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. en sus siglas en inglés).

1.1.2.4. Plan Anual Programado

El Plan Anual de Mantenimiento Preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención preventiva organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización.

Los activos a los cuales se los incluye en el plan de mantenimiento preventivo anual tienen la característica de tener recomendaciones de manutención del fabricante en función de las horas de servicios prestados o de cualquier sistema de medición que se defina para el efecto. Siempre los activos críticos deberán ser considerados prioritarios dentro de la elaboración y posterior ejecución del plan.

Las etapas en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual son:

1) Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones críticas.

2) Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado.

3) Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas.

4) Determinación de los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas.

5) Definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar.

La amplitud general del plan de mantenimiento preventivo anual de una empresa estará en función directa de los siguientes parámetros:

1) Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado por la empresa y sobre la base de las recomendaciones realizadas por la “gente de mantenimiento”.

2) De las condiciones estándares de las edificaciones, instalaciones y equipos de los que dispone la empresa. Determinación de los “activos técnicos críticos”.

3) De las prioridades definidas por la empresa, así como de los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes y las mejores prácticas de mantenimiento con relación a cada activo.

1.1.2.5. Priorización en la Determinación y Selección de Equipos e Instalaciones

Las instalaciones y equipos deberán seleccionarse para el plan, sobre la base del impacto y la importancia que tienen en la prestación de los servicios de la empresa. Es conveniente medir la incidencia, en el proceso productivo o del servicio brindado, que ocasionaría la detención de uno de los equipos que conforman el sistema total.

Los Equipos Críticos son aquellos cuyas fallas producen detenciones (paradas forzadas y no programadas) e interferencias generales, daños a otros equipos o instalaciones y retrasos en las actividades de los demás centros de actividad de una empresa u organización. En definitiva los Equipos Críticos son aquellos que detienen la prestación de los servicios a los clientes o la producción.

Los Equipos Críticos Especiales son aquellos cuyas partes o componentes más importantes no se encuentran disponibles en

el mercado directo de proveedores de partes y que no permiten adaptaciones o el hacerlo es sumamente complicado, dado lo sofisticado de su diseño y/o arquitectura. Una parada no programada (forzosa o inesperada) de estos equipos generalmente puede afectar sustancialmente y/o detener la producción de un bien o servicio, generando altos costos para la empresa y por ende la insatisfacción de los clientes de la organización.

Otro factor que determina la criticidad de los equipos o instalaciones es el Costo de los mismos, lo cual justifica su protección general y programación de manutención preventiva recurrente.

Si el servicio brindado a los clientes se ve afectado, se generan paralizaciones en varios procesos o en los más importantes, o en su defecto la seguridad de los clientes se ve afectada por la falla o detención de un equipo, razones por las cuales es conveniente incluirlo dentro del programa de mantenimiento preventivo.

También son considerados como Equipos Críticos los equipos de respaldo o equipos adicionales disponibles para ser usados en caso de contingencias o emergencias declaradas. Un

ejemplo de este tipo de equipos de respaldo son los Grupos Electrógenos de Emergencia (Generadores de energía eléctrica) o Equipos de Continuidad (UPS) que entran en funcionamiento en caso de falla en el suministro eléctrico desde la Red Pública.

A continuación se detallan otros factores o parámetros que determinan la criticidad de un equipo o instalación:

- Afectación a la proyección de la imagen de la empresa y al cumplimiento de objetivos o metas.
- El equipo o instalación ha llegado al límite de su vida útil y/o se desarrolló y/o se modernizó por lo que se hace necesario ejercer un mayor control preventivo.
- La utilización de lubricantes y/o grasas en el trabajo que realizan, lo cual hace necesario un chequeo periódico de las condiciones del mismo para evitar daños graves y costosos.
- Los Equipos que tienen un alto grado de utilización son objeto de un desgaste mayor, por lo tanto deben ser considerados también dentro del grupo de Equipo Críticos.

Para la determinación de las piezas y repuestos en stock se deberá tomar en cuenta:

- El número de proveedores del equipo con servicio técnico, de repuestos y de mantenimiento de respaldo que existen en el medio. Validar y medir el tiempo de respuesta en las atenciones y requerimientos generados.

- La experiencia de otras personas que tengan el equipo del representante autorizado. Validar con ellos la calidad en la atención y el especialmente el tiempo de respuesta a sus necesidades.

- Aquellas piezas que no sean factibles de reemplazarlas por una genérica o que no permitan adaptaciones locales o modificaciones como alternativa.

Para la determinación de los trabajos a realizar se deberá tomar en cuenta:

- Manuales de los fabricantes y sus recomendaciones para condiciones normales. Análisis de las condiciones de trabajo de su equipo (tiempo de uso).

- Experiencia de los supervisores, ingenieros y técnicos de mantenimiento, o basándose en los análisis de benchmarking (comparaciones) realizados en equipos o instalaciones similares.

1.1.2.6. Determinación de Frecuencias de Mantenimiento. Recurrencias.

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas sobre la base de las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno en donde se encuentre la organización.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: - horas trabajadas (horómetro), kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.
- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general (calibraciones).
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal fuera de condiciones de operatividad recomendadas por el fabricante)
- Severidad del servicio al que esta expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.
- Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.
- Condiciones de limpieza y aseo necesarias.

1.1.3. Mantenimiento Correctivo

El Mantenimiento Correctivo es la primera forma de pensamiento respecto al mantenimiento, y consiste en la reparación de los equipos inmediatamente después de que estos experimentaran alguna falla. Este tipo de mantenimiento tiene por objeto la reparación de los defectos y averías inesperadas, producidas por desgaste normal o por efecto de paradas forzadas inesperadas.

Los trabajos de Mantenimiento Correctivo elevan los costos de operación, ya que provoca tiempos muertos no programados, disminuyendo la eficiencia de las instalaciones. Dependerá de un correcto Mantenimiento Preventivo y Predictivo el que las instalaciones, equipos, maquinarias en general se mantengan en buen estado de funcionamiento y operatividad. La norma ideal es eliminar este tipo de mantenimiento, o en su defecto reducirlo al mínimo siempre que no genere paradas forzadas y por ende evite las detenciones en los procesos.

1.1.4. Mantenimiento Predictivo

En el programa de Mantenimiento Predictivo se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando o en operación. Consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, permitiendo de esta manera ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia. Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse. Esto es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada. El combinar Mantenimiento

Preventivo y Predictivo ayuda significativamente a reducir al mínimo el Mantenimiento Correctivo no programado o forzado. El realizar controles aleatorios o basados en la experiencia de los operadores de los equipos y de la gente de mantenimiento, generalmente es un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de las paradas forzadas.

1.1.5. Mantenimiento de Modernización y de Desarrollo

Las clases de Mantenimiento analizadas hasta el momento (Correctivo, Preventivo y Predictivo) se basan en un parámetro de agrupamiento de las tareas en función de la ocurrencia de los daños o fallos en los bienes tangibles (equipos, maquinaria, instalaciones, edificaciones, sistemas, etc.). Existen además dos clases de mantenimiento que se basan en las mejoras que se implementan en los equipos o instalaciones El Mantenimiento de Modernización consiste en reemplazar partes o sistemas de un equipo, maquinaria, sistema o instalación con el propósito de alargar la vida útil de mismo. Los trabajos de Mantenimiento de Modernización están relacionados siempre con las condiciones de operatividad y funcionamiento de los equipos, las condiciones mecánicas, eléctricas y/o electrónicas en que se encuentre, el respaldo técnico, la provisión de partes y piezas en el mercado y

la proyección de la operación estimada luego de la modernización

El Mantenimiento de Desarrollo, a diferencia del de Modernización, es el que se realiza debido a la necesidad de satisfacer nuevos requerimientos tales como el aumento de los niveles de producción, el alcance de nuevos estándares validados, mejorar la eficiencia del equipo o instalación, o la necesidad de diversificación en los productos debido a las exigencias del mercado.

1.1.6. Sistemas de Mantenimiento

A continuación se define a los Sistemas de Mantenimiento y se detallan los objetivos que se persiguen con su implantación:

1.1.6.1. Definición

Un Sistema de Mantenimiento es una estructura capaz de adoptar las decisiones relativas al mantenimiento de los activos fijos en general, definiendo la oportunidad y la intensidad para su realización, así como los parámetros para el control de los trabajos necesarios para mantener la capacidad de las instalaciones de atender las necesidades de los usuarios de manera continua y garantizando la operatividad y disponibilidad

permanente de las edificaciones, equipos, maquinarias, instalaciones, sistemas y servicios de mantenimiento en general.

Un Sistema de Mantenimiento debe ser apto para “decidir”:

- ¿Cuáles son los equipos o unidades de obra que precisan de mantenimiento, dentro de un horizonte de tiempo definido?.
- ¿Cuáles son las actividades prioritarias a ser realizadas?.
- ¿Cuáles son las edificaciones, instalaciones, equipos, sistemas, etc. críticos?.
- ¿Cuáles son los procedimientos a adoptar en las actividades de mantenimiento tanto en los aspectos técnicos como en los de preparación y apoyo administrativo?.
- ¿Cuáles son los costos de las actividades?.

1.1.6.2. Objetivos

La implementación de un sistema de mantenimiento, después de un periodo de tiempo, donde se haya acumulado una

experiencia básica respecto a las instalaciones a ser mantenidas, permitirá:

- Mantener el nivel de desempeño proyectado para los activos en general cubiertos por el Sistema de Mantenimiento (operatividad y funcionamiento).
- Aumentar la satisfacción de los usuarios, en términos de acciones correctivas de defectos más eficientes y más rápidas, tratando en lo posible de evitar las detenciones y/o paradas forzosas.
- Mejorar el planeamiento de las actividades de mantenimiento y la ejecución de las mismas, optimizando de manera racional el uso de los recursos de los que se dispone, priorizando las actividades sobre la base de los estándares definidos.
- Generar una base de informaciones que permita una previsión de costos de intervención más precisos y la proyección de estos en el tiempo.

1.1.7. Programación de Mantenimiento

Aunque estén determinados los objetivos de mantenimiento y las políticas, estos serán deficientes a menos que el trabajo a

realizarse sea programado efectivamente, y que lo planificado se traduzca en acciones concretas y oportunas.

La programación será eficiente si se realiza la labor de mantenimiento correctamente en el momento preciso, por lo tanto, se necesita tener un conocimiento detallado de las estructuras y servicios necesarios, con el propósito de establecer cada una de las actividades a realizar para mantener las instalaciones en la forma deseada y planificada.

Un Programa de Mantenimiento determina:

- El periodo de actividades de mantenimiento necesarias con el propósito de devolver a las instalaciones, equipos, maquinarias un estado aceptable.
- El contenido de lo que cubre un programa de mantenimiento periódico, sujeto a observación durante el primer año de trabajo.
- Los requisitos para el mantenimiento y servicios de rutina día a día; así mismo, como establecer los medios para asegurar su continuidad

La esencia de la programación del mantenimiento es asegurar que todos los componentes sean inspeccionados y reciban el mantenimiento apropiado en el tiempo adecuado.

Para la preparación de programas es necesario, inicialmente, identificar los elementos que requerirán inspección, servicios, reparación, limpieza o reemplazo, especificando la naturaleza de la obra. La efectividad de tal programación radica en la determinación real de las frecuencias y posibles cambios de los elementos a mantener.

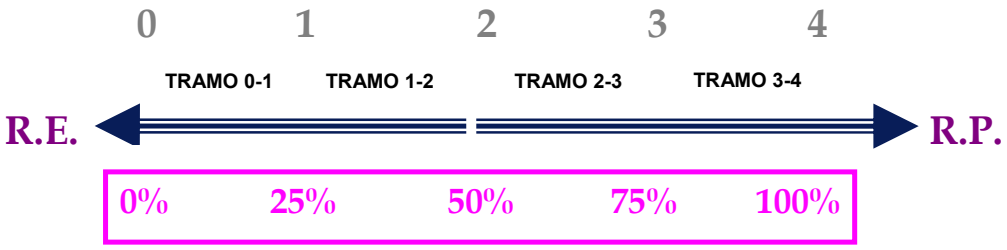
Los programas establecidos reducen las operaciones de emergencia, reparaciones y restauraciones, y evitan la obsolescencia de los activos en la medida que el control constante sobre estos, sea capaz de identificar las nuevas necesidades, sin que se de lugar a interrupciones prolongadas para modernización, rehabilitación o restauración.

Las mayores dificultades para implementar un programa de mantenimiento radican en: la transición de la situación actual para la operación, en el entrenamiento y orientación del personal involucrado y en la administración y costos de implementación y ejecución de los programas.

1.1.8. Estructura de un Departamento de Mantenimiento sobre la base del uso de los Recursos

Existen dos tipos de estructuras extremas generales de mantenimiento:

La que realiza las labores de mantenimiento con recursos propios o “in house” y la que realiza los trabajos de manutención con recursos externos o “outsourcing”. En general ninguna empresa realiza todas las labores utilizando sólo recursos propios ni sólo recursos externos, casi siempre se implementa una mezcla de las dos estructuras. Para ilustrar esta afirmación se presenta la figura 1.1 en la cual se clasifican las estructuras de un Departamento de Mantenimiento sobre la base del uso de los Recursos Propios:



PORCENTAJE DE USO DE LOS RECURSOS PROPIOS

R.E.: Recursos Externos
R.P.: Recursos Propios
EXTREMOS O Y 4 : SON ESTRUCTURAS IDEALES.

Figura 1.1 Estructura de un Dpto. de Mantenimiento

1.1.8.1. Con Recursos Propios (“In House”)

Las empresas que cuentan con esta estructura de mantenimiento tienen un departamento “ejecutor” de las tareas prioritarias y que por costos, parámetros de seguridad o ausencia de servicios de mantenimiento externo se las debe realizar “In House” (“dentro de casa”), es decir con recursos propios.

Las empresas que adoptan esta política tienen generalmente una sólida estructura de recursos humanos (más de 500 empleados), cuentan además con una diversidad de edificaciones, instalaciones, sistemas y una gama amplia de equipos que facilitan la ejecución de las actividades de mantenimiento por cuenta propia. En este tipo de estructura es determinante el tiempo que transcurre desde que se origina la solicitud de mantenimiento hasta que se ejecutan los trabajos (tiempo de respuesta) y las necesidades de limpieza son permanentes. El departamento de Mantenimiento se encuentra dividido en varias unidades especializadas que brindan servicio técnicos, tales como: eléctrico, mecánico, automotriz, administrativo de soporte de actividades secundarias, de seguridad y servicios generales, entre otros. Además se

encuentran asignadas actividades secundarias tales como almacenamiento de repuestos, disposición de desperdicios, administración de seguros, manejo de inventarios y activos fijos, compras y adquisiciones directas, implementación de planes de seguridad industrial, protección de edificaciones en general y cualquier otro servicio que abarque la Gestión de Manutención de edificaciones, instalaciones o equipos. Las empresas con este tipo de estructura realizan más del 75 % de las actividades con recursos propios y se encuentran entre los tramos 3 y 4 con referencia al gráfico.

1.1.8.2. Con Recursos Externos (outsourcing)

Las empresas que implementan esta estructura cuentan con un equipo fiscalizador y supervisor de las tareas de mantenimiento tercerizadas (outsourcing). Generalmente son empresas con pocas edificaciones, equipos e instalaciones no muy sofisticadas y estandarizadas.

Las empresas que adoptan esta política son empresas pequeñas o medianas constituidas por menos de 200 personas. En este tipo de estructuras no es determinante el tiempo que transcurre desde que se origina la solicitud de mantenimiento hasta que se ejecutan los trabajos (tiempo de respuesta) y los

requerimientos de limpieza son bajos. Los departamentos de mantenimiento ejecutan pocas actividades secundarias. Es muy adecuado utilizar este esquema cuando el entorno ofrece una gama muy amplia de servicios de mantenimiento y hay mucha competencia. En este sistema se realizan menos del 25% de las tareas con recursos propios y se encuentran en el tramo 0-1 con respecto al gráfico.

Existen las empresas que cuentan con estructuras de mantenimiento que no se las puede calificar ni como de recursos propios (tramo 3-4) ni como de recursos externos (tramo 0-1). Estas estructuras se las puede denominar como intermedias (tramo 1-2 y tramo 2-3) en donde la utilización de recursos propios está entre el 25 y 75 %. Este tipo de empresas son aquellas que cuentan con una estructura de recursos humanos mediana (200-500 personas) con las que se pueden ejecutar algunas actividades de mantenimiento por cuenta propia y se cuenta con un departamento de mantenimiento mediano que realiza ciertas funciones secundarias básicas. La mayor parte de las actividades especializadas de mantenimiento son contratadas con proveedores de servicios de mantenimiento del medio.

1.1.9. Actividades de un departamento de mantenimiento. Clasificación.

Las actividades que se desarrollan en un departamento de Mantenimiento son diferentes en cada compañía, institución o empresa; tomando en consideración aspectos tales como:

-número, tipo, tamaño de edificaciones, instalaciones, sistemas, equipos y maquinarias.

-gama y disponibilidad en el medio de servicios de mantenimiento.

-políticas internas de la empresa relacionadas con las labores de Manutención.

-estándar de acabados y mantenimiento.

-estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización (outsourcing).

En función de los parámetros anteriores las tareas de Mantenimiento generalmente se dividen en:

A) Funciones Primarias.- Son funciones relacionadas con las actividades, labores propiamente dichas de Manutención. Entre las más importantes se pueden enumerar las siguientes:

1.- Mantenimiento de las edificaciones existentes en la institución y de sus instalaciones/sistemas.

2.- Mantenimiento de los diferentes equipos existentes en las edificaciones.

3.- Inspección y Lubricación de maquinarias, equipos en general (Mantenimiento Preventivo) de acuerdo a las condiciones estándares y recomendaciones del fabricante.

4.- Ejecución de las operaciones Estándares tanto de mantenimiento Preventivo como Correctivo.

5.- Modificaciones a los equipos y edificios existentes (Mantenimiento de Modernización).

6.-Nuevas instalaciones en los equipos y edificios (Mantenimiento de Desarrollo).

7.- Mantenimiento Correctivo por faltas o paradas forzadas en equipos y maquinarias

B) Funciones Secundarias.- Son funciones relacionadas con las actividades o labores complementarias al mantenimiento y que por su naturaleza se asignan para su ejecución a las unidades de Manutención de las organizaciones. Entre las más importantes se pueden enumerar las siguientes:

1.- Almacenamiento, Bodegas de Stock: insumos, materiales y repuestos.

2.- Protección de las plantas, edificaciones en general. Seguridad Industrial.

3.- Disposición de desperdicios.

4.- Recuperación y programas de reciclaje.

5.- Administración y manejo de Seguros.

6.- Servicios Administrativos Varios. Programas de uso racional de recursos, insumos y materiales.

7.- Manejo de Inventarios de Activos Fijos.

8.- Eliminación y control permanente de contaminantes y ruidos.

9.- Cualquier otro servicio que abarque a las diferentes ingenierías de mantenimiento por la administración de la gestión

de Manutención de las edificaciones, instalaciones o equipos existentes.

Vale destacar y puntualizar que a esta lista se pueden incluir muchas más funciones secundarias, tales como: -compras y adquisiciones directas, control de plagas e insectos, control de vehículos, control de alícuotas en propiedades horizontales, trámites relacionados con instituciones públicas que provean servicios básicos (agua, energía eléctrica, telefonía) y otras; funciones las cuales dependerán del tipo de organización interna, de la estructura y tamaño de la empresa que sé este analizando.

1.2. Túneles

Como introducción al tema de Túneles, se incluye a continuación una breve definición de los mismos, así como una reseña histórica y las proyecciones futuras que se ha planteado la humanidad relacionadas a este tema.

1.2.1. Definición

Los Túneles se definen como una construcción civil consistente principalmente en una excavación subterránea, ya sea en roca o en suelo, con fines viales (carreteros o ferroviarios) o hidráulicos. Dicha excavación se puede realizar por métodos convencionales,

por medio de martillos hidráulicos adaptados a una retroexcavadora; o por métodos mecánicos, por medio de máquinas tuneladoras especiales llamadas “topos”

1.2.2. Historia y Evolución

La perforación de túneles fue el primer ejercicio de ingeniería llevado a cabo por el hombre. En la Edad de Piedra la operación inmediata para una criatura con pensamiento lógico era la ampliación de su cueva. El descubrimiento accidental de depósitos de agua y minerales durante las excavaciones indujeron al desarrollo de esta actividad desde una etapa instintiva hacia una etapa artística. La mina más antigua que se conoce data del año 40.000 a.C.; en ella el hombre de Neandertal extraía una piedra muy apreciada para ritos mortuorios; sus herramientas eran piedras afiladas y sus manos desnudas.

El primer método de perforación de galerías mineras y, posteriormente de túneles, era la técnica del fuego, la que consiste en provocar un incendio en el frente de ataque para luego sofocarlo bruscamente con agua fría, provocando un gradiente térmico que da lugar al resquebrajamiento de la roca y por ende facilita el retiro y desalojo de la misma.

La construcción de túneles a través de la historia también ha estado regida por las creencias religiosas. En el caso de los egipcios, estos excavaban tumbas, donde los faraones y nobles eran alojados para el tránsito a la vida futura. Un ejemplo es un templo bajo la ladera que mandó a construir Ramses II para inmortalizar su memoria.

Ya por el Siglo X a.C., se desarrolló el propósito ingenieril e hidráulico del túnel, el cual servía para conducir agua fresca desde los manantiales hasta las ciudades. Este método además de ser conveniente era seguro, ya que según la zona, se evitaba que el agua se evapore o que sea envenenada por el enemigo. Los Romanos utilizaron los túneles con diversos propósitos, galerías mineras, abastecimiento de agua, alcantarillado, aplicaciones militares, asaltando fortalezas desde el subsuelo, y catacumbas.

El Renacimiento marca el resurgir del hombre y los túneles salen de su relativo letargo medieval. El primer túnel del Renacimiento es la Mina de Daroca, de 600 m de longitud, 6 m de ancho y 8 m de alto, construido entre 1555 y 1570 para conducir y desviar las aguas torrenciales que castigaban la villa aragonesa.

En la historia de los Ferrocarriles, que se desarrolla a partir del siglo XIX, los túneles tuvieron un gran auge, que llevó al hombre a incorporar en forma progresiva maquinaria y procedimientos constructivos en los cuales el esfuerzo manual iba cediendo en pro de la mecanización.

A principios del siglo XIX tiene lugar la gesta de la construcción del túnel bajo el Támesis, el primero que se construye en terreno blando y con una enorme presencia de agua. Los túneles adquirieron un ritmo especial con el nacimiento del Ferrocarril Metropolitano de Londres en 1863. Grandes ciudades adquieren una nueva dimensión y el metro pasa a ser el método de transporte más rápido, seguro y eficaz.

La generalización del automóvil da lugar a la Era de las Carreteras y en ella no podían faltar los túneles, tanto urbano como interurbano. Al igual que pasó en tiempos de apogeo ferroviario, los Alpes se ven perforados por grandes túneles, por donde circulan vehículos de turismo (buses) y camiones. El Túnel carretero de San Gotardo, con casi 17 km de longitud es el más largo túnel carretero construido en el siglo XX.

1.2.3. Presente y Futuro del Túnel

En los últimos años se asiste al “boom de la ingeniería subterránea” caracterizada por la diversificación, es decir la era de los túneles y de las construcciones subterráneas multipropósito. Un ejemplo son los grandes túneles bajo los Alpes de más de 14 Km. de longitud, el túnel submarino de ferrocarril del Seikán con sus 54 km. de longitud, las autopistas subterráneas de circunvalación de las grandes ciudades como las de la Bahía de Tokio, París o Boston, los impresionantes túneles submarinos de carretera bajo los fiordos en la hermosa Noruega, y el Eurotúnel que pasa debajo del Canal de la Mancha uniendo Francia con Inglaterra.

Dicho auge en la ingeniería subterránea, trae consigo la construcción de túneles más grandes y modernos, y por consiguiente una mejor tecnología tanto en los métodos constructivos como en las instalaciones, sistemas y equipos complementarios. Por lo tanto, se vuelven más complejos los métodos y técnicas de operación y conservación de los mismos.

1.3. Mantenimiento de Túneles

La realización de un mantenimiento sistemático, a lo largo de la vida útil del túnel, es muy importante, pues de él depende en gran medida

su duración y la calidad de servicio que brinda. A continuación se hace una introducción al mantenimiento de Túneles, se describen los objetivos y las principales unidades de obra que deben ser objeto de mantenimiento

1.3.1. Objetivos

A continuación se detallan los principales objetivos del mantenimiento de túneles:

- Permitir la circulación de vehículos con la seguridad y comodidad proyectadas mediante un programa adecuado de mantenimiento.

- Alargar la vida útil del sistema integral, tanto de las instalaciones como de la obra civil propiamente dicha.

- Permitir un funcionamiento prolongado del túnel disminuyendo y tratando de eliminar en lo posible, las paradas forzadas o detenciones imprevistas.

Las operaciones de mantenimiento ordinario de las infraestructuras viales son, en gran parte también aplicables a los túneles. Sin embargo hay que dedicarles una consideración especial debido a su estructura e instalaciones complejas. Los túneles como obra ingenieril, en tiempos modernos, están

dotados de una serie de instalaciones, sistemas y equipamiento que obligan a establecer programas claros y definidos de Mantenimiento Preventivo.

Las operaciones de mantenimiento se las debe agrupar en dos apartados:

- Mantenimiento de la Infraestructura Civil
- Mantenimiento de las Instalaciones, Sistemas y Equipos

1.3.2. Mantenimiento de la Infraestructura Civil

Dentro del mantenimiento de la Infraestructura Civil se contemplan los siguientes grupos:

- Pavimentos
- Aceras
- Drenajes
- Revestimientos
- Marcas Viales
- Señalización

El Mantenimiento General debe consistir en ejecutar las siguientes operaciones estándares básicas y las específicas que se detallarán más adelante:

- Inspección visual rutinaria para detectar posibles fisuras, grietas humedades, etc. en el revestimiento interior del túnel.
- Inspección visual rutinaria para detectar posibles fisuras, grietas en el pavimento.
- Limpieza de la calzada y acera.
- Limpieza de los conductos de drenaje, que tienden a obstruirse con el tiempo.
- Mantenimiento y Repintado de señales verticales y horizontales.
- Reparaciones de los daños causados por posibles accidentes de tráfico que afecten la obra civil propiamente dicha.

1.3.3. Mantenimiento de las Instalaciones, Sistemas e Infraestructura Complementaria

Dentro del mantenimiento de Instalaciones, Sistemas y Equipos se contemplan los siguientes grupos:

- Suministro de energía y centros de transformación
- Sistema de Generación de energía eléctrica propia
- Sistemas de Iluminación exterior e interior
- Sistema de Ventilación interior y de todos los equipos
- Sistema de Televisión en circuito cerrado (CCTV)
- Equipos e Instalaciones del Centro de Control Centralizado de Monitoreo Permanente.

En general, las actividades principales que deben constar en el Mantenimiento de las Instalaciones, Sistemas e Infraestructura Complementaria son:

- Limpieza de las luminarias y sustitución de las lámparas fundidas o dañadas.
- Control periódico del correcto estado de funcionamiento de todos los ventiladores. Reparación en caso de requerirlo. Mantenimiento Preventivo Programado.
- Inspección y Mantenimiento Preventivo y Predictivo del Grupo Electrógeno.

- Control y Monitoreo permantente y Mantenimiento de la Central de Transformación y Distribución de Energía.

- Comprobación periódica de las instalaciones de seguridad, control y monitoreo de gases, sensores de luminosidad.

- Verificación funcional del software de gestión del Sistema de Energía y de Emergencia.

- Comprobación del correcto funcionamiento del sistema de circuito cerrado de TV (CCTV) .

- Mantenimiento y Limpieza de los Equipos de CCTV tales como monitores, amplificadores, cámaras, videograbadora.

- Limpieza y mantenimiento de equipos eléctricos y electrónicos en la central de Control.

CAPÍTULO 2

2. ANTECEDENTES

2.1. Marco general del Proyecto de Túneles de los Cerros El Carmen y Santa Ana

El proyecto Vial Túneles de los Cerros El Carmen y Santa Ana constituye una intervención estratégica en el ámbito del Sistema Vial Fundamental de la Ciudad de Guayaquil y representa la obra de mayor importancia que se haya incluido en el plan de Obras Civiles de esta ciudad en los últimos años.

Este proyecto se hace posible gracias al convenio de préstamos existente entre la C.A.F. (CORPORCIÓN ANDINA DE FOMENTO), el B.E.D.E. (BANCO ECUATORIANO DE DESARROLLO) con el M. I. Municipio de Guayaquil. Estas dos entidades tienen entre sus fines la entrega de prestaciones crediticias para proyectos cuya necesidad ha sido predeterminada y debidamente sustentada por el organismo que

las solicita. La M.I. Municipalidad de Guayaquil se encarga de manejar dichos fondos, además de supervisar las obras a través de la Unidad CAF-BEDE, creada para el efecto.

El proyecto vial terminado evitará el congestionamiento en el sector, provocará un ahorro general de recursos y un consecuente beneficio a la comunidad de la ciudad.

2.1.1. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es enfrentar y solucionar el problema de la comunicación vial entre el Sector Norte de la Ciudad y el Sector Sur garantizando una nueva conexión directa entre el Sistema Vial del Sector Norte (Av. Menéndez Gilbert) y la Red Vial del Centro Urbano (Av. Boyacá, Calle Malecón Simón Bolívar), salvando, a través de dos túneles, el obstáculo orográfico constituido por los Cerros El Carmen y Santa Ana y creando un recorrido alternativo a aquellos existentes. Estos recorridos requieren rodear los cerros.

El proyecto comprende el conjunto de obras, instalaciones, sistemas y equipos necesarios para la realización de esta nueva comunicación vial y para su integración en el contexto urbano. Todo este conjunto y su posterior mantenimiento programado

permitirá garantizar la operatividad y funcionamiento continuo en beneficio de los usuarios.

2.1.2. Túnel 1 (Sentido Norte-Sur)

El túnel en sentido norte-sur, denominado "Túnel 1", comienza en la Av. Morán de Buitrón, atrás del Hospital Lorenzo Ponce, y termina sobre la calle Boyacá, junto al Hospital Luis Vernaza.

El túnel N°1 tiene una longitud de 745.52 m, la cual, describiendo el túnel según la dirección del recorrido vehicular, se compone de un Tramo Artificial Norte de 71,00 m de longitud, con sección interna policéntrica; de un Tramo Natural, de 564,00 m de longitud, con sección interna igualmente policéntrica; de un Tramo Artificial Sur de 110,52 m de longitud con sección interna rectangular.

2.1.3. Túnel 2 (Sentido Sur-Norte)

El túnel en sentido sur-norte, denominado "Túnel 2", tiene su inicio en la Av. Simón Bolívar, junto al Barrio Las Peñas, y termina sobre la Av. Morán de Buitrón, donde comienza el Túnel 1.

El Túnel N°2 tiene una longitud de 540,50 m. Describiendo el túnel según la dirección del recorrido vehicular este se compone

de un tramo artificial Sur de 248.83 m de longitud, con sección interna rectangular; de un tramo Natural de 207.67 m de longitud, con sección interna policéntrica; de un Tramo Artificial Norte de 84,00 m de longitud, con sección interna igualmente policéntrica.

A continuación se presenta la tabla # 1 resumiendo los tramos de cada túnel:

Tabla #1: Tramos Natural y Artificial de los Túneles

	Túnel No.1		Túnel No.2		Túneles 1+2	
	Long. (m)	%	Long. (m)	%	Long. (m)	%
Túnel natural	564,0	76%	207.65	38%	771.65	60%
Túnel artificial	181.52	24%	332.83	62%	514.35	40%
Total	**745.52**	**100%**	**540,5**	**100%**	**1286,0**	**100%**

En el Anexo 1 se observa un plano general del proyecto.

2.1.4. Infraestructura Complementaria

Las principales obras de infraestructura del proyecto se dividen en dos partes: las correspondientes a los túneles y la de obras externas o complementarias, las cuales incluyen principalmente las siguientes unidades de obra:

Pavimentos, aceras, señalización, revestimiento del túnel y los drenajes.

2.1.5. Instalaciones Técnicas existentes

Las instalaciones técnicas auxiliares del proyecto, y que son básicas para la operación del mismo, están constituidas principalmente por lo siguiente:

Ventiladores, Detectores de Monóxido de Carbono y Opacidad, Luminarias, Proyectores, Luminancímetros, Cabina de Transformación, Distribución Eléctrica Principal, Grupo Electrógeno, Equipos de Continuidad, Sistema de Supervisión y Control y el Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).

2.2. Justificación del Tema

Una de las claves en el desarrollo de la industria, como de cualquier empresa, es la conservación de sus activos fijos. Lastimosamente en nuestro medio, ya sea privado o público, ha existido la política de no invertir en programas de mantenimiento estructurado y considerar un daño en un equipo, maquinaria o sistema como un parámetro para declararlo obsoleto y muchas veces decidir incluso el desecharlo, sin detenerse un momento a analizar que resulta mucho más económico implantar un sistema de manutención que preserve las edificaciones,

instalaciones, equipos, maquinarias que forman parte de cada empresa o entidad, que estar realizando ingentes inversiones en reposiciones injustificadas. Por este motivo, el presente trabajo pretende ser un medio para fomentar una cultura de mantenimiento, conocer su importancia e influencia en la competitividad y la optimización de los gastos directos de los procesos y a la vez servir de guía para implantar un sistema similar, ya sea en el área industrial, comercial o como en este caso, en el área de la obra civil, específicamente del Proyecto de Túneles en la Ciudad de Guayaquil.

La M. I. Municipalidad de Guayaquil, empeñada en el progreso de la ciudad de Guayaquil, está interesada en la preservación de las obras realizadas, de tal manera que la inversión hecha en este proyecto brinde el beneficio para el cual fue realizada.

Luego de la excavación, sustentación, impermeabilización y pavimentación de los túneles, es decir, terminada la obra civil, estos no serán más que unos tubos estables excavados en un terreno, estando exentos de las condiciones necesarias para la circulación. Por tal razón se los debe proveer de sistemas de Ventilación, Detección de Monóxido de Carbono y Opacidad, Iluminación, Transformación y Distribución de Energía, Emergencia y Continuidad, Supervisión y Control y Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), que se

conocen como instalaciones o equipamiento complementario o auxiliar. Todo este equipamiento debe ser concebido conjuntamente con la obra civil para que este integrado, y ofrezca las debidas garantías de seguridad y funcionamiento continuo. Por otra parte, una vez que se inicia el largo período de explotación de un túnel, y dado el alto costo relativo del mismo, resulta muy conveniente alargar su vida útil con condiciones aceptables de operatividad y funcionalidad. Los túneles y su equipamiento complementario tienden a deteriorarse a través del tiempo por diversas razones:

- Inestabilidad del terreno
- Abundante presencia de agua
- Variaciones de temperaturas
- Movimientos Telúricos
- Ambiente agresivo (elevado PH)
- Ambiente sucio y lleno de polvo
- Tráfico vehicular intenso

Por tales razones es necesario realizar un plan integrado de mantenimiento preventivo programado, donde se incluya un plan operativo que describa las actividades a realizar y el personal

(recursos humanos disponibles), materiales, herramientas, insumos y equipos a utilizar. Previamente debe realizarse una descripción de la obra al detalle para poder establecer los parámetros de operación y por ende las tareas de manutención preventivas y predictivas.

El presente trabajo ayudará a determinar el método de contratación más idóneo para el Mantenimiento de la presente obra y su contenido servirá como referencia para la elaboración de los documentos pre-contractuales. Ya en la etapa de operación de los Túneles, servirá de guía para el equipo encargado de las actividades de mantenimiento y se podrá utilizar como herramienta para el control de la ejecución de las labores asignadas, permitiendo una correcta supervisión y fiscalización.

2.3. Objetivos del Estudio

Los objetivos del presente Estudio se dividen en un Macro Objetivo principal y varios objetivos específicos que se detallan a continuación:

2.3.1. Macro Objetivo General

El macro objetivo del presente estudio se lo puede resumir:

- Realizar un inventario general de toda la Infraestructura Civil, Instalaciones, Sistemas y Equipos que conforman el proyecto de los Túneles, de tal forma que nos sirva de base para la

elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo Programado, el mismo que pueda ser utilizado como referencia por parte del personal encargado del Mantenimiento una vez culminada la obra y designado por el M.I. Municipio de Guayaquil.

2.3.2. Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos del presente estudio podemos enumerar los siguientes:

- Introducción a las generalidades del mantenimiento planificado y programado y su importancia en la administración moderna regida por la calidad total.

- Descripción al detalle de las características del proyecto y elaboración de un inventario las obras, instalaciones, equipos y sistemas que lo componen (equipamiento complementario).

- Determinación de las actividades de mantenimiento necesarias, desarrollo y creación de los formatos de control.

- Determinación de la estructura del departamento de mantenimiento más idónea a aplicar de acuerdo a las características del proyecto, la situación del entorno y la disponibilidad de recursos.

- Descripción de las características y perfiles del personal técnico y administrativo necesario para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

2.4. Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo consiste en la revisión, investigación y posterior compilación de información referente a la teoría de la Gestión de Mantenimiento Moderno aplicada con éxito en todos los países desarrollados. Paralelamente se recabará toda la documentación sobre el proyecto que se encuentra en la Dirección de Obras Públicas del M.I. Municipio de Guayaquil; información que nos servirá de base para desarrollar el Plan de Mantenimiento Preventivo Programado de las Instalaciones e Infraestructura existente. La principal referencia sobre las actividades a realizar y sus recurrencias serán los manuales de cada equipo o sistemas, basándose en las recomendaciones de los fabricantes, los mismos que irán anexados en el presente trabajo. Otra fuente de información válida es la experiencia de los supervisores, técnicos e ingenieros que intervienen en la ejecución de la obra y la experiencia acumulada de personas que se desarrollan en el ámbito del mantenimiento programado, así como las mejores prácticas en el mercado. Luego se realizará una tabulación de todas las actividades y tareas de mantenimiento definidas como estándares

de ejecución, las cuales estarán sintetizadas y reflejadas en las cartillas (formatos preestablecidos) de inspección y mantenimiento preventivo y predictivo que deberán ser usadas por los recursos humanos que vayan a ejecutar las actividades de manutención.

2.5. Alcances y Limitaciones del Estudio

El Alcance y las Limitaciones del presente Estudio se pueden separar de acuerdo a las siguientes fases de trabajo:

Investigación.-

En la teoría

- Principios y Conceptos Fundamentales del Mantenimiento General de Edificaciones, Equipos, Instalaciones, Máquinas y Sistemas.

- Introducción a las principales actividades de Mantenimiento de la Infraestructura Civil e Instalaciones Técnicas de los Túneles de Guayaquil.

En la práctica

- Descripción de los Sistemas Vial, de Drenajes, de Energía, de Iluminación, de Ventilación y de Control que conforman el presente Proyecto.

- Inventario de cantidades y características técnicas de los componentes de cada uno de los sistemas del proyecto que requieren de mantenimiento.

Análisis.-

En la teoría y en la práctica:

- Determinación de las necesidades generales de mantenimiento de los sistemas del proyecto.

- Determinación de los posibles proveedores de repuestos y de servicio de mantenimiento tomando como referencia los proveedores y/o fabricantes de los equipos, y las compañías que realizaron la instalación de los mismos.

- Determinación y planificación de las actividades a realizarse y su frecuencia, así como los horarios, el personal, herramientas y equipos necesarios para su ejecución.

Síntesis.-

En la teoría y en la práctica:

- Elaboración de un cronograma de actividades de mantenimiento sobre la base del Plan Anual diseñado.

- Recomendaciones sobre la Estructura de Mantenimiento idónea a estructurar, de acuerdo a las características del entorno y las políticas establecidas por la M.I. Municipalidad de Guayaquil.

- El presente trabajo servirá de guía para el equipo de personas encargadas de ejecutar las labores de mantenimiento, así como para el personal de supervisión y fiscalización.

CAPÍTULO 3

3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El presente capítulo comprende la descripción de las características principales del proyecto de los Túneles de la ciudad de Guayaquil. La finalidad de desarrollarlo, es conocer los sistemas que conforman el proyecto para posteriormente proceder al Diseño del Plan de Mantenimiento propiamente dicho, en base al equipamiento existente y con el que contaran una vez terminada y entregada la obra integral.

3.1. Sistema Vial

El Sistema Vial del Proyecto de los Túneles está conformado por: Pavimentos, Aceras, Revestimiento del Túnel y la Señalización ya sea esta vertical u horizontal. A continuación se detallan cada uno de los componentes del mismo.

3.1.1. Pavimentos

Túneles

La calzada Norte-Sur de proyecto (ejes n° 1 y 1b) a los pies de los Cerros entra en el Túnel 1 hasta alcanzar con un recorrido a "S" la Calle Boyacá. La sección en Túnel está compuesta por 3 carriles y aceras de servicio en ambos lados.

En todos los casos la calzada para circulación de vehículos de cada túnel se compone de 3 carriles, 2 bermas de 0,20 m de ancho y 2 aceras de servicio.

El ancho de los carriles, constante a lo largo de cada túnel, varía entre los dos túneles, visto que el Túnel 1, por su geometría planimétrica requiere un ensanchamiento de carriles. El ancho de cada carril del Túnel N° 1 es de 3,38 m por un ancho total de calzada pavimentada de 10,55m; el ancho de cada carril del Túnel N°2 se mantiene en 3,25 m por un ancho total de calzada pavimentada de 10,15 m.

La pavimentación en hormigón, se realiza con paños de 0,24 m de espesor, con una base en cementante mixto de 0,15 m de espesor y una fundación en mixto granular de espesor variable según la geometría interna del túnel y siempre mayor de 0,15 m.

Vías Externas

Además de los Túneles existen una serie de Obras Viales asociadas que complementan el Proyecto y que consisten en vías externas construidas de pavimento rígido. Las características principales de dichos pavimentos son: hormigón armado y no armado, con cemento Portland clase B, f'c: 280 kg/cm2, con paños de 0.16 y 0.24 cm de espesor. Los pavimentos generalmente son de tipo no armados, variando a pavimentos armados en casos especiales en donde los paños pueden presentar fisuras, por retracción en el proceso de fraguado, o por efectos del tráfico excesivo.

3.1.2. Aceras

Los Túneles cuentan con aceras a ambos lados de la calzada con el objetivo de uso peatonal solo en casos de avería de vehículos en el interior del túnel, más no para tránsito normal de personas. Por tal razón el ancho de las mismas es mínimo.

Con el fin de mantener igual la geometría estructural interna de ambos túneles, por obvias motivaciones constructivas, los diferentes anchos de las calzadas de los túneles son reabsorbidos a través de diferentes anchos de las aceras de servicio. En los túneles con sección respectivamente rectangular

o circular la acera de servicio del Túnel 1 tiene anchos respectivamente de 0,83 m y 0,85 m mínimo (en los túneles circulares el ancho varía con el valor de la sobre-elevación) y la acera de servicio del Túnel n°2 tiene anchos respectivamente de 1,03 m y 1,05 mínimo.

3.1.3. Revestimiento del Túnel

El revestimiento del túnel es una estructura de hormigón que reviste la cavidad y que está en contacto directo con el terreno o con el revestimiento previamente colocado. El revestimiento tiene las siguientes funciones: resistente, impermeabilización, estética y funcional (mejora eficiencia de ventilación e iluminación). El revestimiento de ambos túneles en el tramo natural es de sección interna policéntrica, así como el tramo artificial norte. En cambio el tramo artificial sur es de sección interna rectangular. Así, en el túnel 1, tenemos 635 m de revestimiento a sección policéntrica y 110 m de revestimiento a sección rectangular. En el túnel 2, tenemos 291 m de revestimiento a sección policéntrica y 248 m de revestimiento a sección rectangular. En el anexo 2 se podrá observar los planos correspondientes a las secciones policéntrica y rectangular que forman parte de los túneles.

3.1.4. Señalización

Como complemento del proyecto está la provisión e instalación de las señales horizontales y verticales relativas a todas las obras viales previstas. Las señales horizontales incluyen todas las líneas de demarcación de las calzadas y carriles. Las señales verticales se encuentran colocadas lateralmente a las calzadas e incluyen señales de precedencia, de prohibición, peligro y obligación.

3.2. Sistema de Drenajes

Toda obra civil vial cuenta con un Sistema de Drenaje cuyo objetivo principal es el de evacuar las aguas lluvias para mantener en todo momento transitable la vía. Este Sistema comprende las estructuras de drenaje en el interior de los Túneles, estructuras de drenaje exteriores y 5 descargas principales en el río por medio de ductos cajón en hormigón armado.

3.2.1. Drenaje Túneles

Siendo, además, el revestimiento en hormigón de los tramos naturales de los túneles impermeabilizado mediante la aplicación en el exterior de una guaina en Geotextil Polipropilénico, por lo que se refiere a la bóveda y extensa hasta el nivel de la sede vial,

la necesidad de disponer un sistema de drenaje al interior de los túneles para eventuales infiltraciones, resulta casi innecesaria. Lo mismo podría afirmarse para los tramos artificiales donde, al interior de las pantallas de pilotes, se han introducido tubos ø 120 mm microfisurados y envueltos en geotextil que se conectan a la tubería interna de drenaje de diámetro ø300 mm; además la superficie de los tramos artificiales de los túneles está revestida con un panel de bentonita sódica.

El dispositivo de drenaje más importante es el tubo con microfisuras ø300 mm introducido en el relleno del arco inverso para drenar el mismo hacia el exterior. Pasando de los tramos naturales a los tramos artificiales con sección rectangular este tubo pasa al fondo de la sección y, en las cercanías de la salida, se desplaza en un lado de la misma para alcanzar un sumidero del sistema de drenaje de las aguas externas.

Para las eventuales infiltraciones laterales, se ha predispuesto un tubo ø120 mm con microfisuras envuelto en geotextil con intereje 10 m, a ambos lados de la calzada, con destino a los sumideros predispuestos bajo las aceras laterales.

Para el drenaje de eventuales aguas procedentes de la sede vial, se han introducido descargas a “boca de lobo” en uno u otro lado,

según el estado planimétrico de la calzada, con intereje de 10 m y destino a los mismos sumideros anteriormente mencionados. La unión entre los diferentes sumideros para la recogida de agua y su envío al exterior, tiene lugar por medio de ductos ø300 mm o de canaletas (formadas por medio tubo en el fondo y paredes verticales) puestos bajo las aceras.

3.2.2. Descargas externas

Al exterior de los túneles, las aguas recogidas por el sistema anteriormente mencionado se inmergen en el sistema de drenaje predispuesto para las aguas externas, que están conectados a la red de la ciudad.

El drenaje de las aguas de la plataforma vial está compuesto por cunetas laterales dispuestas en paralelo al eje vial. A distancias determinadas las cunetas se interrumpen por sumideros tipo "boca de lobo" introducidos en un pozo de recogida que a su vez conecta a los colectores. Estos colectores a su vez comunican a estructuras de hormigón armado de sección rectangular que descargan al Río Guayas. En el sector norte se cuenta con tres descargas, mientras que en el sector sur existen dos. Se ha dispuesto además, a intereje de 75 m aproximadamente, pozos de servicio para el mantenimiento e inspección de las mismas.

3.3. Sistema de Transformación y Distribución de Energía

El Sistema de Transformación y Distribución de Energía está conformado principalmente por: -un Centro de Transformación y Distribución donde se encuentran los equipos tales como Celdas M.T.(Media Tensión), Transformador, Celdas de Distribución. Además se cuenta con un Grupo Electrógeno que provee de energía al proyecto en caso de interrupción del suministro eléctrico de la Red Pública. También forman parte de este Sistema los Equipos de Continuidad y las Líneas de Distribución.

3.3.1. Centro de Transformación y Distribución

El centro de Transformación y Distribución será dotado de canales que permitan que los cables pasen de un lugar al otro, tal como se indica en los planos del proyecto. Los locales de la cabina serán: Local cabina MT/BT (Media Tensión/Baja Tensión); Local Grupo Electrógeno; Local Grupo de Continuidad. Por la colocación de los locales, los pozos de llegada y de salida de la cabina tienen un alto mínimo compatible con el número de las tuberías que contienen los cables previstos en proyecto y con la altura disponible arriba del techo del Túnel. La cabina será alimentada a 13,8 KV por el ente que suministra la energía eléctrica.

3.3.1.1. Celda M.T. (Media Tensión)

Las celdas M.T. reciben la energía de la red pública y están compuestos además por disyuntores que sirven de protección a los transformadores.

La celda M.T. está consituida por:

- 1 unidad de llegada de cables
- 1 unidad conjunta con disyuntor y protecciones electrónicas integradas
- 2 unidades protección a transformadores con disyuntor y protecciones electrónicas

Datos eléctricos

- Tensión de aislamiento: 24 kV
- Tensión ejercicio: 13.8 kV
- Número de fases: 3

3.3.1.2. Transformador

Los transformadores reciben ese nombre porque transforman la tensión en alta de 13.8 kV, que proviene de la red pública, a tensión en baja 240V. Los transformadores trifásicos serán del

tipo englobado en resina de clase F, a enfriamiento natural en aire, tipo AN, para instalaciones de interior. Estarán destinados a ser utilizados en red trifásica de distribución MT/BT.

- Potencia nominal 630 kVA

3.3.1.3. Celdas B.T. (Celdas de Distribución)

Las celdas B.T. son los cuadros de distribución en baja y contienen los disyuntores, relés y demás instrumentos que sirven para controlar el encendido de todos las instalaciones de iluminación, ventilación y demás, que forman parte de los Túneles.

La celda es del tipo de apoyo para piso, compuesto de compartimentos modulares colocado en filas. Tendrá puertas con bisagras, con cerradura a llave unificada.

La celda estará alimentado por transformadores de potencia con las siguientes características al secundario:

- tensión nominal de aislamiento 440 V

- tensión de ejercicio 240 V - 3F+N

- corriente de corto circuito > 50 kA

- frecuencia 60 Hz

- Tensión de aislamiento a frecuencia 2500per 1"

3.3.2. Grupo Electrógeno

Todas las instalaciones que parten de la celda BT de los Túneles, cuando falte la energía de la red, son alimentadas por el grupo electrógeno previsto.

La carga global prevista en servicio de emergencia, considerando un factor de contemporaneidad igual al 70% del sistema de ventilación resulta ser de 291 kW igual a 365 KVA. Por lo tanto se ha seccionado un grupo electrógeno con las siguientes características:

- Potencia para servicio continuo 292 kW
- Potencia para servicio continuo 365 KVA
- Potencia para servicio de emergencia 320 kW
- Potencia para servicio de emergencia 400 KVA

3.3.3. Equipos de Continuidad y de Respaldo

Las instalaciones de iluminación de los Túneles, de relevación de CO, y las instalaciones auxiliares de la cabina deben ser de todas

formas alimentadas durante la fase de arranque del grupo electrógeno. Por lo tanto se prevé un implante de continuidad estático compuesto por 2 grupos (UPS) de 100 KVA, cada uno formado por 1 armario para contener los aparados y por 1 armario para contener grupos de baterías al cromo con autonomía de 15 minutos. Esto evitará que una imprevista falta de tensión y la consecuente oscuridad puedan causar problemas a los automovilistas.

3.3.4. Líneas de Distribución

La distribución principal es el conjunto de líneas que parten de la celda general de la cabina que comunican los ventiladores de los túneles y los cuerpos iluminantes. La distribución principal será en cable multipolar aislado en goma, no propagante el incendio y a bajísima emisión de gases tóxicos y corrosivos.

Los cables correrán, en los tramos exteriores desde la cabina hasta las entradas de los túneles, dentro de conductos en PVC con gran espesor, enterradas, mientras en los túneles serán colocados dentro de canales metálicas de acero/zinc con cubierta de sección variable entre 200 mm y 500 mm y altura variable entre 100 mm y 150 mm.

3.4. Sistema de Iluminación

El sistema de iluminación es de vital importancia para la operación de los túneles. La circulación de vehículos debe realizarse en condiciones de seguridad para los usuarios de los mismos, garantizándose en todo momento la adecuada iluminación de la vía. Se trata de un problema complejo puesto que, no solo depende de las condiciones visuales de los conductores, sino también de otros aspectos tales como la meteorología, el estado de la carretera, la densidad del tráfico, el estado de los vehículos, etc. El efecto de "agujero negro", provocado a la entrada de los túneles hace necesaria la provisión de mayor cantidad de luminarias en esa zona. Esta situación se presenta durante el día, cuando la iluminación solar es más intensa. La visión del conductor está adaptada a la luminosidad externa y no puede distinguir lo que ocurre en el interior del túnel antes de entrar al mismo. Este sistema de alumbrado depende en gran medida de la orientación geográfica del túnel y de su orientación relativa con respecto a la posición solar, puesto que el nivel de luminancia exterior determina la intensidad luminosa en el acceso al mismo. A medida que le conductor se adentra en el túnel, su retina se va adaptando a las condiciones de iluminación interna, y el alumbrado puede reducirse progresivamente hasta alcanzar un nivel aceptable que permita mantener la visibilidad. No pudiéndose ubicar los cuerpos

iluminantes de tal modo de obtener valores de luminancia decrecientes según las curvas teóricas, los varios tramos de las zonas de entrada y transición, han sido subdivididas de modo de tener luminancias decrecientes escalonadamente, como resulta de las tablas siguientes:

TABLA #2 - TÚNEL N° 1: VALORES DE LUMINANCIA EN LA ZONA DE ADAPTACIÓN

ZONA	LUMINANCIA		LONGITUD DEL TRAMO
Zona de entrada 1	205,0	cd/m^2	m 33
Zona de entrada 2	172,0	cd/m^2	m 22
Zona de transición 1	85,1	cd/m^2	m 22
Zona de transición 2	38,0	cd/m^2	m 22
Zona de transición 3	19,6	cd/m^2	m 33
Zona de Salida	21,2	cd/m^2	m 66
Zona interior	3,35	cd/m^2	m 517

TABLA #3 -TÚNEL N° 2: VALORES DE LUMINANCIA EN LA ZONA DE ADAPTACIÓN

ZONA	LUMINANCIA		LONGITUD DEL TRAMO
Zona de entrada 1	143,0	cd/m^2	m 33
Zona de entrada 2	129,0	cd/m^2	m 22
Zona de transición 1	85,1	cd/m^2	m 22
Zona de transición 2	38,0	cd/m^2	m 22
Zona de transición 3	19,6	cd/m^2	m 33
Zona de Salida	21,2	cd/m^2	m 66
Zona interior	3,35	cd/m^2	m 341

Los valores de luminancia decrecen conforme a las indicaciones CIE/PIARC (Permanent International Association of Road Congress), no obstante se mantengan valores ligeramente superiores con la aplicación de las fórmulas anteriores. La longitud total del tramo de adaptación es de 132 m.

En la figura 3.1 se puede apreciar la forma como varia la luminancia en el interior de un túnel.

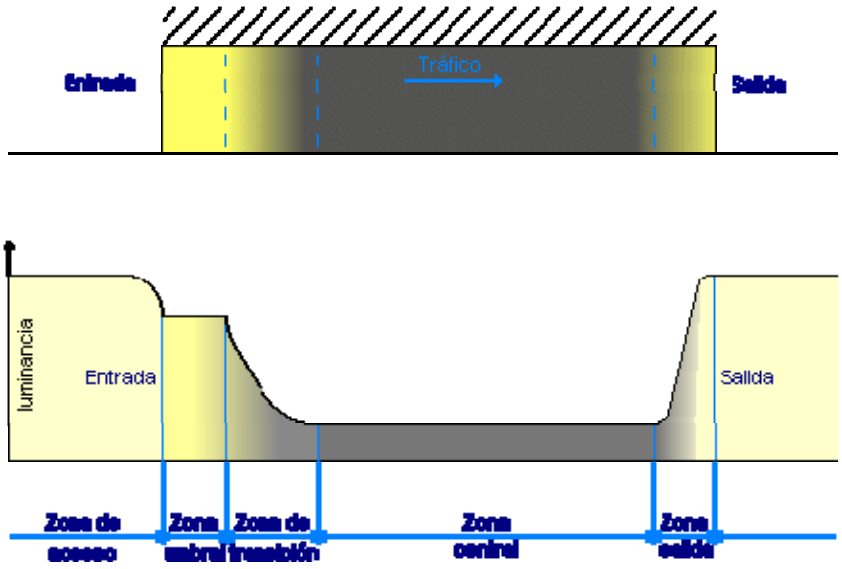


Figura 3. 1 Luminancia dentro de un Túnel

3.4.1. Luminarias y Lámparas en los Túneles

En la zona interior se colocaran los proyectores para la iluminación permanente colocados en par en 2 filas con separación de 11 m, equipadas la una con 1 lámpara de sodio de baja presión de 36 W, y la otra con 1 lámpara de sodio de baja presión de 66 W.

Los proyectores se colocan en dos filas contrapuestas a una altura de 6 m. La ubicación de los mismos se realiza

aprovechando el módulo de instalación de 11 m entre los proyectores para la iluminación nocturna. De este modo, intercalando adecuadamente los proyectores de refuerzo, es posible realizar un sistema que garantice la posibilidad de variar los valores de luminancia en relación con las variaciones de las condiciones exteriores (pleno sol, nublado, anochecer, tarde, noche) sin penalizar la distribución y la uniformidad. Así se elimina el efecto "Flicker" que se tendría a la velocidad dada, ubicando los proyectores con una separación variable entre 1 y 7 m.

La altura de montaje es de 5,5 m. Solamente en algunos casos, debido a las características de la sección del tramo en túnel, la altura baja a 5 m. El intereje de montaje resulta ser siempre igual a 5,5 m.

Para obtener los resultados requeridos es necesario instalar los siguientes proyectores:

Para el Túnel N° 1

- 60 proyectores equipados con 1 lámpara de sodio de alta presión de 400 W.

- 48 proyectores equipados con 1 lámpara de sodio de alta presión de 250 W.

Para el Túnel N° 2

- 40 proyectores equipados con 1 lámpara de sodio de alta presión de 400 W.

- 52 proyectores equipados con 1 lámpara de sodio de alta presión de 250 W.

Esquema de Encendido

Han sido previstas 2 fases de encendido para la iluminación de refuerzo, más la iluminación nocturna que es siempre encendida y es representada en los esquemas por los aparatos contramarcados con la letra N, colocados en par y equipados respectivamente con 1 lámpara a sodio baja presión de 36 W y con 1 lámpara a sodio baja presión de 66 W.

Fases de encendido

- Permanente : aparatos contramarcados N

- Fase 1: aparatos contramarcados 1

- Fase 2: aparatos contramarcados 2

La figura 3.2 ilustra las zonas de entrada y transición del Túnel donde se observan las luminarias de iluminación permanente y las de refuerzo:

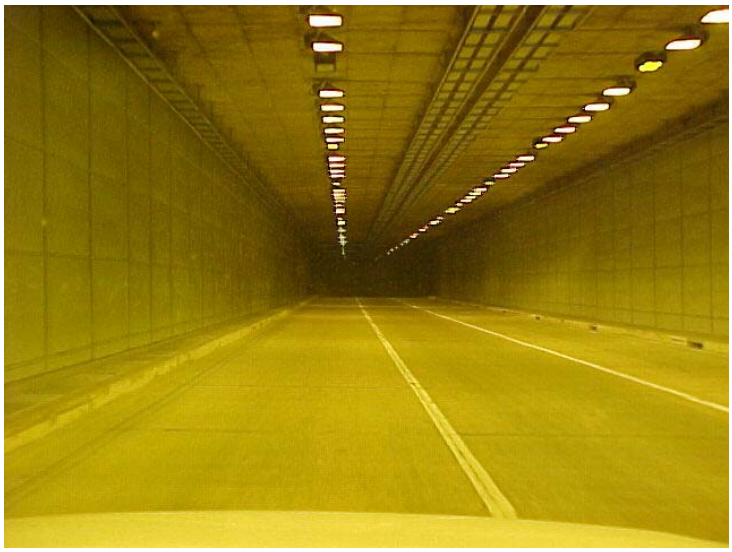


Figura 3. 2 Zonas de entrada y transición

En el anexo 3 se hallan los planos de la distribución de las luminarias en el interior de los túneles.

3.4.2. Luminancímetros

Las dos fases de encendido son reguladas por apropiados sensores exteriores, que actúan sobre la celda de distribución, insertando oportunamente los circuitos necesarios, al variar de las condiciones de luminosidad exterior. Estos sensores se denominan luminancímetros; los mismos que miden la

luminancia en las zonas de acceso a los túneles con un campo de visión cónico de 20° (L_{20}) que representa el ángulo de visión de los conductores que se aproximan.

Los valores de luminancia en las zonas de acceso a los Túneles, que sirven como referencia para la implementación de la iluminación, fueron calculados por STIPE (Studio Técnico Italiano Progettazioni Estero) y constan en los estudios de factibilidad del Proyecto. Los valores de luminancia necesarios al inicio de la adaptación son equivalentes al 4% del valor de la luminancia exterior. Se han previsto dos fases, una a pleno sol y la otra para días nublados y los valores son los siguientes:

Túnel 1 (pleno sol)

Luminancia Exterior	4,900 cd/m2
Porcentaje de Luminancia Exterior	4 %
Luminancia de Inicio necesaria(Umbral)	196 cd/m2
Luminancia Implementada (2 fases)	205 cd/m2

Túnel 1 (nublado)

Luminancia Exterior	2,940 cd/m2

Porcentaje de Luminancia Exterior	4 %
Luminancia de Inicio necesaria(Umbral)	117.6 cd/m2
Luminancia Implementada (1 fase)	125 cd/m2

Túnel 2 (pleno sol)

Luminancia Exterior	3,400 cd/m2
Porcentaje de Luminancia Exterior	4 %
Luminancia de Inicio necesaria(Umbral)	136 cd/m2
Luminancia Implementada (2 fases)	143 cd/m2

Túnel 2 (nublado)

Luminancia Exterior	2,040 cd/m2
Porcentaje de Luminancia Exterior	4 %
Luminancia de Inicio necesaria(Umbral)	81.6 cd/m2
Luminancia Implementada (1 fase)	93.7 cd/m2

La siguiente figura ilustra la zona de acceso al Túnel 2:

Figura 3. 3 Zona de acceso al Túnel 2

3.4.3. Iluminación Vial

La función de una instalación de alumbrado de vías es proporcionar las condiciones visuales necesarias para el movimiento seguro, rápido y cómodo de los usuarios. En el presente Proyecto, se utilizan para las vías y viaductos, cuerpos iluminantes con lámparas de sodio de alta presión de 150-250W con postes rectos de 10-12 m de altura, colocados sobre un solo lado de la calzada separados entre ellos 25-35 m.

3.5. Sistema de Ventilación

La necesidad de mantener dentro de los túneles en operación una atmósfera respirable, no tóxica y en condiciones ambientales óptimas, obliga a renovar el aire de éstos mediante los sistemas de ventilación. Cuando se trata de la fase de operación, el principal contaminante emitido es el monóxido de carbono (CO). Además se emiten otros gases del tipo óxidos nitrosos, anhídrido sulfuroso, hidrocarbono, etano, etileno, acetileno, propileno, butano, buteno, etc., y otros productos como el plomo, azufre y otras partículas. Estos compuestos venenosos, acumulados en la atmósfera de un túnel, representan un grave peligro para los usuarios, ocasionando además una reducción en la visibilidad de los conductores.

El sistema de ventilación escogido es el longitudinal unidireccional, que es el técnicamente y económicamente más correcto, tanto en términos de gestión operativa como de instalación.

Para los valores de base de emisiones de monóxido de carbono, humos, óxido de nitrógeno, se hará referencia a todo lo previsto por el P.I.A.R.C. (Permanent International Association of Road Congress). Como valor límite de concentración (máximos permitidos) de los contaminantes en los túneles se adoptan los siguientes valores:

- Monóxido de carbono 150 p.p.m.

- Humos, grado de opacidad $5.0 \times 10^{-3}\ m^{-1}$
- Óxido de Nitrógeno 25 p.p.m.

Estos valores resultan conservadores, puesto que se debe tener en cuenta la posible permanencia en los túneles por tiempo prolongado en caso de embotellamientos. Esta sería la condición crítica especial.

3.5.1. Ventiladores

Se utilizarán ventiladores axiales con paletas a perfil de ala a flujo unidireccional. El diámetro de la hélice es 1,000 mm, con un impulso en aire calmo y en condición nominal de 800 kN. Los ventiladores estarán dotados de silenciadores cilíndricos de longitud igual al menos el diámetro de la hélice.

La profundidad de la carcaza será de 1,250 mm y la longitud total de los ventiladores alrededor de 3,100 mm.

Según los estudios realizados se determinó la siguiente disposición para los ventiladores:

Túnel N°1 10 ventiladores (dirección N/S)

Colocación:

1. par 150 m desde la entrada

2. par 235 m desde la entrada

3. par 320 m desde la entrada

4. par 405 m desde la entrada

5. par 490 m desde la entrada

Túnel N°2 4 ventiladores (dirección S/N)

colocación:

1. par 235 m desde la salida

2. par 150 m desde la salida

En el Anexo 4 se hallan los planos que detallan la disposición de los ventiladores en el interior de los Túneles.

3.5.2. Detectores de CO (Monóxido de Carbono) y Opacidad

El implante de ventilación de los túneles es regulado por un sistema de medición y control de las concentraciones del monóxido de carbono y del humo. El número de ventiladores que entran en funcionamiento aumenta al crecer la concentración de CO y la opacidad del aire. Al superarse los límites prefijados intervienen señales luminosas como las de desvío en los paneles

de señalización con mensaje variable ubicados antes de las entradas a los Túneles.

Los analizadores de CO previstos utilizan el principio de celda electroquímica para la realización de las mediciones. Los medidores de la opacidad son del tipo fotométrico con dispositivo auxiliar con celda de medición y celda de muestreo.

Para el Túnel 1 son previstas 2 estaciones de instrumentación y análisis montados respectivamente a 100 m y a 300 m medidos desde la sección de salida; para el Túnel n° 2 es prevista una sola estación de instrumentación y análisis.

3.6. Sistema de Control y Vigilancia

El Sistema de Control y Vigilancia permite tener conocimiento de todos los parámetros de operación de los Túneles tales como niveles de contaminación, niveles de iluminación, parámetros eléctricos, niveles de tráfico, etc. desde un puesto operador ubicado en la Central de Control. Los principales componentes del Sistema son los siguientes:

3.6.1. Circuito Cerrado de Televisión

El sistema de TV Cable tiene el objeto de determinar las condiciones de los flujos al interior de los túneles, es decir, magnitud, tipos de vehículos, velocidad, longitud de las filas y

densidad de la corriente. Simultáneamente, puede ser utilizado como sistema de control por parte de la policía.

En caso de accidente o de interrupción en la circulación, el empleado responsable del servicio ordenará la desviación de las corrientes en entrada a los túneles, hacia la vía existente al oeste de los Cerros y debe estar intercomunicado con puestos de vigilancia por parte de la Policía y Comisión de Tránsito.

3.6.1.1. Cámaras

Al interior de los túneles está previsto colocar cámaras televisivas de circuito cerrado para el control a lo largo de toda la longitud de los mismos. Las tele-cámaras fijas serán ubicadas en la bóveda del túnel a una distancia y altura que permita tener bajo observación todo el trazado. Las imágenes recogidas serán registradas en unos aparatos de video-registro, dando al mismo tiempo al operador las indicaciones para intervenir sobre el sistema de señalización a mensaje variable (para desviar el tráfico).

Se instalarán cámaras del tipo al estado sólido de dimensiones reducidas y alojadas en específicos contenedores termostáticos anclados a la pared.

La cantidad de equipos designados a cada túnel es:

Túnel N°1

- 22 cámaras ubicadas cada 33 metros
- 22 amplificadores instalados en la Central de Control

Túnel N°2

- 16 cámaras ubicadas cada 33 metros
- 16 amplificadores instalados en la Central de Control

3.6.1.2. Monitores

El sistema de TV a circuito cerrado está conectado a la Central de Control ubicada en la AV. Morán de Buitrón por el lado norte del Cerro “El Carmen”. En estos locales se prevén los 2 racks de contención de los selectores manual / automático, de las videograbadoras, y de todos los cables y conectores para el cableado de la central de control. En la parte superior de los racks se ubican 9 monitores para el Túnel n° 1 y 6 monitores para el Túnel n° 2. Los selectores harán cambiar las imágenes de las cámaras que serán repartidas entre los monitores. Además, debido a la longitud de los circuitos, el sistema ha sido dotado de amplificadores de señal.

Túnel N°1

- 3 monitores de 20” para control visual
- 6 monitores de 9” para control visual

Túnel N°2

- 2 monitores de 20” para control visual
- 4 monitores de 9” para control visual

3.6.2. Señalización a Mensaje Variable

El sistema está destinado para comunicar a los flujos vehiculares dirigidos a los túneles, las condiciones de tráfico en el interior y, en el caso que deba ser necesario, la desviación obligatoria hacia la vía superficial al occidente de los Cerros (actualmente ya existe).

Este sistema está constituido por los paneles colocados en los portales que sostienen la señalización vertical; en ellos se puede hacer aparecer alternativamente o los nombres de las calles a los que conducen los túneles o el aviso de cierre al tráfico del túnel, cuando la situación lo amerite. Al lado del mensaje alfanumérico aparecerán pictogramas que reproducirán los señales de "cierre al tráfico" o flechas de indicación. Las señales serán accionadas

por los responsables del tráfico presentes en el puesto de control previsto junto al Centro de Transformación y Distribución, o por el sistema de relevación de CO cuando el nivel de los contaminantes al interior de los túneles supera los valores fijados y por ende active automáticamente la señalización correspondiente.

3.6.3. Central de Control

Existe un área destinada para albergar los equipos que forman parte del Sistema de Control y en este lugar también se encontrará el personal encargado de la supervisión del funcionamiento de los Sistemas y de las incidencias en el interior de los Túneles; todo esto a través de medios informáticos desarrollados para el efecto.

3.6.4. Sistema de Supervisión de la Red de Distribución

Será instalado un sistema de control y supervisión de la red de distribución de energía eléctrica MT/BT de iluminación, ventilación y relevación CO de los túneles. La tecnología considerada apta para el sistema comprende varios aparatos distribuidos sobre la base de microprocesadores con memoria local y de diálogo con aparatos con microprocesadores también.

La unidad central operará las interfaces de los operadores basadas en pantallas a colores, impresoras, teclados y mouse.

El objetivo del sistema es de dar selectivamente y nominalmente la información necesaria a los operadores para asegurar de modo racional y sistemático:

- el control y supervisión del sistema.
- rapidez y calidad de intervención.
- la programación y optimización de las intervenciones de mantenimiento.
- adecuada utilización de los aparatos con el consecuente ahorro de energía y de los aparatos mismos.

El sistema de supervisión relativo a la red eléctrica se podrá interconectar con un sistema de supervisión de nivel superior.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1. Objetivos

A continuación se detallan los objetivos generales y específicos del diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo Programado:

4.1.1. Generales

El propósito principal que se persigue con la elaboración de un Plan de Mantenimiento Programado para los Túneles de Guayaquil es diseñar una guía que sirva para planear, organizar, dirigir y controlar adecuadamente las labores de mantenimiento con el fin de alargar la vida útil de la inversión y mantener el mayor tiempo posible el túnel operativo y por ende evitar detenciones y desviaciones por paradas forzadas del túnel

propiamente dicho y/o de las instalaciones y sistemas complementarios con las que cuenta el mismo.

4.1.2. Específicos

A continuación se detallan los objetivos específicos que se persiguen al elaborar un Plan de Mantenimiento:

- Mantener en perfecto estado todas las instalaciones, sistemas y equipos mediante una organización adecuada de todas las labores y actividades que deben estar sometidas permanentemente a mantenimiento.

- Planificar las actividades de mantenimiento en función de su periodicidad y complejidad, tratando de unificar la mayor cantidad de actividades posibles, con el propósito de racionalizar y optimizar el uso de los recursos necesarios.

- Determinar el número y características del personal necesario para desempeñar cada actividad y asignarle correctamente sus responsabilidades y rangos de accionar dentro de las funciones establecidas.

- Controlar la eficiencia de las labores realizadas y su influencia en la obra. Determinar nuevas actividades o periodicidades

sobre la base de los resultados obtenidos y en base a la tabulación de la historia de los mantenimientos realizados.

4.2. Inventario General de los Sistemas

Una de las etapas en la elaboración de un Plan de Mantenimiento Programado es la determinación de los equipos, maquinarias, instalaciones, edificaciones y sistemas con los que se cuenta para luego, sobre esa base, determinar las actividades necesarias que se deberán realizar. Por tal razón se necesita realizar un inventario general de los sistemas, instalaciones y equipos que componen el proyecto. En las tablas del Anexo 5 se resumen las instalaciones, equipos, sistemas y obras (equipamiento en general) que requieren mantenimiento.

4.2.1. Sistema Vial

El Sistema Vial está conformado por pavimentos, aceras, revestimiento del túnel, señalización, cuyas cantidades y características se resumen a continuación:

4.2.1.1. Pavimentos

Los pavimentos que conforman el proyecto están compuestos por hormigón de cemento Pórtland clase B, con o sin armaduras, construido por una subrasante preparada, o capa

de base. La resistencia a la compresión simple será f'c=280 kg/cm2, con espesor de la calzada variable, 16 cm para vías secundarias y 24 cm para vías principales.

La superficie total de pavimentos a mantener son:

Túnel 1:

Pavimentación hormigón no armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e=24 cm	7,343 m2

Túnel 2:

Pavimentación hormigón no armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e=24 cm	5,486 m2

Vías Externas:

Pavimentación hormigón no armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e=16 cm	6,892 m2

Pavimentación hormigón no armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e=24 cm	25,471 m2

Pavimentación hormigón armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e =16 cm	224 m2

Pavimentación hormigón armado Cemento

Portland B f'c:280kg/cm2, e=24 cm	5,636 m2

La figura 4.1 muestra los pavimentos a la salida del Túnel 2:

Figura 4. 1 Pavimentos en la Av. Morán de Buitrón

4.2.1.2. Aceras en Túnel

Las aceras que se encuentran en el interior de los Túneles son de hormigón de Cemento Portland clase B, resistencia a la compresión simple de 250 kg/cm2 y espesor de 10 cm. La superficie total de aceras en el interior de los Túneles es:

Túnel 1:

Pavimentación en acera hormigón no armado

Cemento Portland B f'c:250kg/cm2, e=10cm 600 m2

Túnel 2:

Pavimentación en acera hormigón no armado

Cemento Portland B f'c:250kg/cm2, e= 10 cm 600 m2

4.2.1.3. Revestimiento del Túnel

El revestimiento del túnel de hormigón armado tiene espesor variable entre 55 y 80 cm. Para efectos de cuantificar las actividades de mantenimiento se toma como unidad de medida el metro cuadrado.

Túnel 1:

Hormigón armado, cemento Pórtland

clase A f'c=220 kg/cm2 15,000 m2

Túnel 2:

Hormigón armado, cemento Pórtland

clase A f'c=220 kg/cm2 11,000 m2

4.2.1.4. Pintura de Revestimiento

La pintura del revestimiento de hormigón en el túnel, se encuentra aplicada en ambos lados de las paredes laterales del túnel, con una pintura para hormigón, hasta una a altura de 5 m medidos a partir de la superficie de sus respectivas aceras. El área total de pintado es la siguiente:

Túnel 1: 7,500 m2

Túnel 2: 5,500 m2

En la figura 4.2 se observa acera, sumidero, revestimiento y pintura del Túnel 2:

Figura 4. 2 Acera, Sumidero y Revestimiento en Túnel 2

4.2.1.5. Señalización

La señalización que forma parte del proyecto es de dos tipos: horizontal y vertical. La horizontal consta principalmente de marcas de pintura sobre el pavimento y la vertical de letreros hechos en metal. A continuación se detallan las cantidades respectivas:

4.2.1.5.1. Marcas Viales

La señalización horizontal consiste en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado. La unidad de medida para las líneas es el metro lineal, para las letras y marcas es el metro cuadrado, y para las flechas es la unidad. El procedimiento de aplicación y el tipo de materiales se establecen en las Especificaciones Generales del MOP. La pintura es acrílica reflexiva para tráfico. Dicha pintura utilizará microesferas tipo Drop-on, para darle reflexividad.

La cantidad total de las marcas viales del proyecto son las siguientes:

Líneas de continuidad (e=12 cm)	4,508 ml.
Líneas de continuidad (e=15cm)	24,734 ml.

Líneas de continuidad (e=45 cm)	365 ml.
Líneas entrecortadas (e=12cm)	15,608 ml.
Señalización Horizontal (letras)	257 m2
Señalización Horizontal (estriada)	4,947 m2
Flechas direccionales de carril simple	466 u
Flechas direccionales de carril doble	111 u

4.2.1.5.2. Portales de Señalización

Este tipo de señales están previstas a puente con instalaciones de tipo portal. Las dimensiones varían entre sí pero se puede considerar, para efectos del mantenimiento, por unidad, debido a su estructura similar. Las características generales son las siguientes:

Material:	Tubo hierro galvanizado
Cantidad:	12 unidades

En la figura 4.3 se observan unos portales de señalización:

Figura 4. 3 Portales de Señalización

4.2.1.5.3. Señalización Vertical

Este tipo de señalización se encuentra colocada lateralmente a las calzadas e incluyen las señales de precedencia, de prohibición, peligro y obligación. La cantidad de trabajo a realizar se calculará en función del número de señales. Las características generales se describen a continuación:

Materiales: Hierro Galvanizado

Cantidad: 102 unidades

En la figura 4.4 se muestra un letrero que forma parte la señalización vertical del proyecto:

Figura 4. 4 Letrero en la boca del Túnel 2

4.2.2. Sistema de Drenajes

El Sistema de Drenajes comprende el drenaje en túneles, drenaje exterior y descargas. A continuación se realiza una cuantificación de lo existente en el proyecto.

4.2.2.1. Drenaje Túneles

Este numeral comprende las losas de cobertura de las canaletas del túnel y de los pozos de hormigón para drenaje.

Los mismos están construidos de hormigón de cemento Pórtland de clase B de f'c=210 kg/cm2 y el acero de refuerzo será en barras corrugadas de f'y= 4,200 kg/cm2.

Para el mantenimiento se considerará el número de pozos con que cuenta cada túnel, cuya cantidad se detalla a continuación:

Túnel 1: 112 unidades

Túnel 2: 52 unidades

En la figura 4.5 se puede observar las tapas de los drenajes:

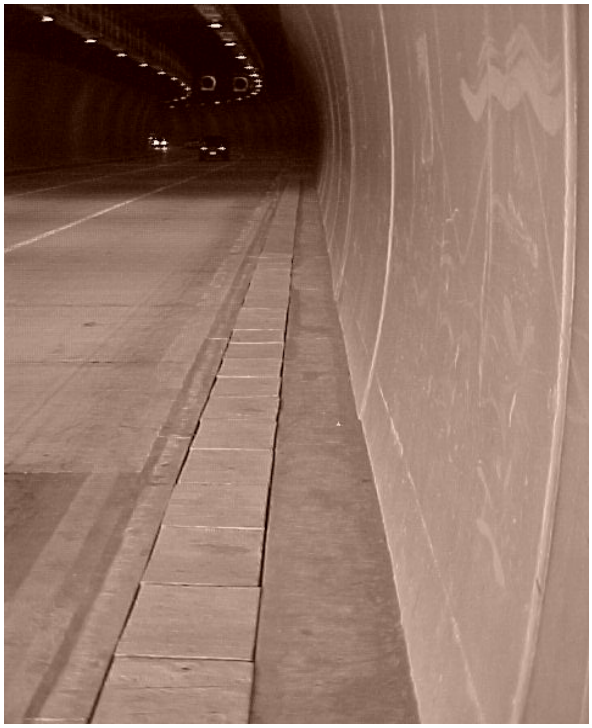


Figura 4. 5 Tapas de drenaje

4.2.2.2. Descargas Externas

Las descargas externas que van al río Guayas, para efectos de mantenimiento, están conformadas por los pozos de hormigón que recogen las aguas lluvias.

El número de pozos y metros lineales de ducto que deben ser limpiados periódicamente por cada descarga son los siguientes:

	# pozos	ml ducto
Descarga #1	9	412.70
Descarga #2	7	357
Descarga #3	11	471
Descarga #4	1	114.30
Descarga #5	13	693

4.2.3. Sistema de Transformación y Distribución de Energía

A continuación se detallan las características de los componentes del Sistema de Transformación y Distribución de Energía.

4.2.3.1. Centro de Transformación y Distribución

El Centro de Distribución está ubicado en la parte norte del Cerro “El Carmen” tiene un área aproximada de 80 m2 y está conformado por los siguientes equipos:

4.2.3.1.1. Celdas M.T.

País de procedencia: ESPAÑA

Fabricante: ORMAZABAL

Representante en Ecuador: COMETACE

Modelo: Celdas Modulares Sistema CGM

Descripción:

Ud MT Llegada CMM-24

Ud Conjunta con disyuntor MT CMP-V-24

Ud Retorno a barras p tuneles CMR-24

Ud Protección Transformador CMP-V-24

Tensión de Aislamiento: 24 kV

Intensidad Nominal: 630 A

Intensidad Admisible (3s): 20 kA

Intensidad Admisible Pico: 50 kA

Capacidad de ruptura: 20 kA

Grado de Protección Carcasa: IP33

En la figura 4.6 se muestran las celdas M.T del proyecto:

Figura 4. 6 Celdas M.T.

4.2.3.1.2. Celdas B.T. (Tableros de Distribución)

Fabricante: COMETACE

Instrumentos:

Interruptores electromagnéticos GENERAL ELECTRIC

Amperímetros Digitales	GENERAL ELECTRIC
Voltímetros Digitales	GENERAL ELECTRIC
Transformadores de Corriente	CELSA
Interruptores Fusibles NH	SIEMENS

La figura 4.7 muestra los cuadros de baja tensión instalados:

Figura 4. 7 Celdas B.T

4.2.3.1.3. Transformador

El transformador es trifásico en resina a enfriamiento natural y tiene las siguientes características:

País de procedencia:	FRANCIA

Fabricante:	FRANCE TRANSFO
Representante en Ecuador:	SCHNEIDER ELECTRIC ECUADOR S.A.
Cantidad en obra:	1unidad
Modelo:	TRIHAL
Potencia nominal:	630 kVA
Relación de transformación en vacío:	13.8kV/240V+N
Regulación MT:	±2x2.5%
Conexiones y grupo:	Dyn11
Frecuencia:	60 Hz
Pérdidas en vacío:	1,650 W
En carga a 75°C:	6,800 W
A 120°C:	7,800 W
Tensión de cortocircuito:	6%
Corriente en vacío:	1.3%

Corriente de inserción

Le/In valor de cresta:	10
Constante de tiempo:	0.26
Ruido potencia acústica Lwa:	70dB(A)
Presión acústica Lpa a 1 m:	57dB(A)
Temperatura ambiente max:	40°C

En la figura 4.8 se observa el transformador del proyecto:

Figura 4. 8 Tranformador

4.2.3.2. Grupo Electrógeno

Grupo Electrógeno enfriado por agua, con las siguientes características:

País de procedencia:	ESPAÑA
Fabricante:	HIMOINSA
Representante en Ecuador:	FECORSA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.
Cantidad en obra:	1unidad
Modelo:	HIW 400
Funcionamiento Temp. amb.:	Interior 40° C
Dimensiones:	3.177x1.400x2.132 mm
Peso:	3,385 Kg
Cap. Tanque combustible:	702 lt
Consumo de combustible:	28.5 gal/h
Características del motor:	
Marca:	IVECO

Modelo:	8,281 Sri 26
Tipo:	Diesel, a 4 tiempos
Velocidad:	1,800 rpm
Combustible:	Diesel
# de cilindros:	8 en V
Cilindrada:	17,174 cm3
Diámetro y carrera de cilindros:	145x130 mm
Aspiración:	Turbo refrigerado
Gobernador:	Electrónico
Sistema eléctrico:	
Alternador 24V:	Asincrónico/ autorregulado y autoexcitado
Baterías:	2x155 – 1,670 CCA
Enfriamiento:	Agua/Radiador con ventilador
Escape:	Silenciador (30 a 35 dB)
Características del generador:	

Marca:	HIMOINSA
Tipo:	Sincrono Trifásico
Potencia de generación:	
Continua:	450 KVA (360 KW)
Emergencia:	495 KVA (396 KW)
Factor de Potencia:	0,80
Voltaje de generación:	240V- 3F+N
Regulación de voltaje:	± 1 % Máximo
Frecuencia:	60 Hz

Se puede observar el grupo electrógeno de emergencia en la figura 4.9:

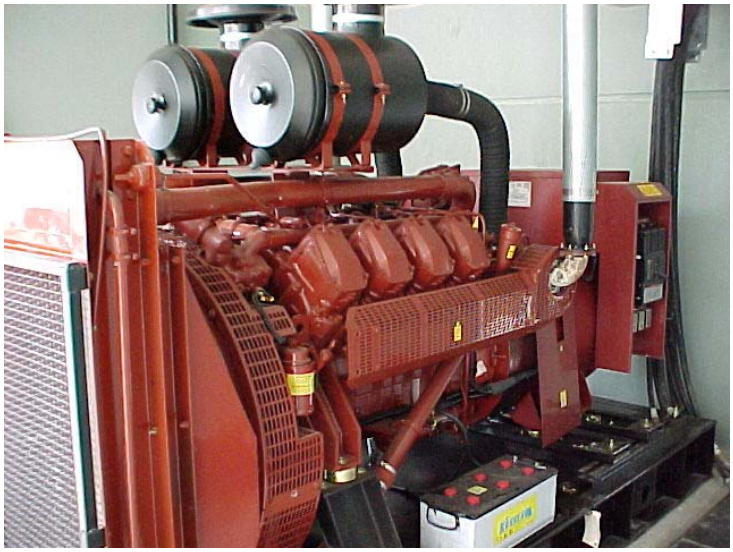


Figura 4. 9 Grupo Electrógeno

4.2.3.3. Equipos de Continuidad

País de procedencia:	ESPAÑA
Fabricante:	SALICRU ELECTRONICS
Representante en Ecuador:	CELCO S.A.
Cantidad en obra:	2 Unidades

4.2.3.4. Líneas de Distribución

Las líneas de distribución están conformadas por cable flexible, aislado en goma etilenpropilénica, G7 bajo guaina de material termoplástico Rz, tipo FG7(O)R 0.6/1 kV, con conductores en

cobre estañado, que no propaga el incendio y sin halógenos en los humos de combustión, monopolar, bipolar o multipolar y de diferentes diámetros. Las cantidades finales de conductor flexible se resumen a continuación:

TIPO	**CANTIDAD (M)**
Monopolar 1x35 mm2	1,664
Monopolar 1x95 mm2 (M.T.)	90
Monopolar 1x150 mm2 (M.T.)	10
Monopolar 1x240 mm2	2,204
Bipolar 2x2.5 mm2	5,116
Bipolar 2x4 mm2	170
Bipolar 2x16 mm2	798
Bipolar aislado 2x1.5 mm2	7,476
Cable flex. 3.5x95 mm2 (UPS)	1,617
Multipolar 4x2.5 mm2	150
Multipolar 4x4 mm2	1,102
Multipolar 4x10 mm2	1,688

Multipolar 4x16 mm2	8,085
Multipolar 4x25 mm2	6,636
Multipolar 4x35 mm2	9,529
Multipolar 4x120 mm2	1,858
Multipolar 4x185 mm2	1,100
Multipolar 4x 240 mm2	2,845
Multipolar aislado 4x1.5 mm2	1,554
Cuerda cobre sin revestir 50 mm2	12,060

4.2.4. Sistema de Iluminación

Las características y especificaciones de los equipos que conforman el Sistema de Iluminación se detallan a continuación:

4.2.4.1. Luminarias y Lámparas en Túneles

Las características generales de las luminarias y lámparas en los túneles son las siguientes:

País de procedencia:	COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA
Fabricante:	PHILIPS LIGHTING B.V.

Representante en Ecuador: PHILIPS ECUADOR C.A.

Modelo: **XRX 204**

Lámpara: SOX-E 36W

Cantidad en obra: 114 unidades

- Luminaria para iluminación de túneles Marca PHILIPS, modelo XRX 204-36W, con equipo eléctrico formado por un balasto electrónico de alta frecuencia, modelo EXC 036 S/50 a 220-240 V/50-60Hz, ignitor y capacitor, lámpara de sodio de baja presión de 36 W, modelo Máster SOX-E 36 W, con flujo luminoso de 5,800 lúmenes.

- Cuerpo fabricado en aluminio, norma DIN 50939 para acabado de carcasa, con una capa de 60 micras de pulverizado, evita la acumulación de suciedad y facilita la limpieza mecánica.

- Sistema óptico formado por un reflector de aluminio de alta pureza (99.9%) y anodizado. El difusor es un vidrio templado de 5mm de espesor.

Modelo: **XRX 204**

Lámpara: SOX-E 66W

Cantidad en obra: 114 unidades

- Luminaria para iluminación de túneles Marca PHILIPS, modelo XRX 204-66W, con equipo eléctrico formado por un balasto electrónico de alta frecuencia, modelo EXC 066 S/50 a 220-240 V/50-60Hz, ignitor y capacitor, lámpara de sodio de baja presión de 66 W, modelo Máster SOX-E 66 W, con flujo luminoso de 10,700 lúmenes.

Modelo: **SNF210**

Lámpara: SON-T 1X250W

Cantidad en obra: 100 unidades

- Luminaria tipo reflector, para iluminación de túneles, marca PHILIPS, modelo SNF 210-250W, con equipo eléctrico formado por balasto tipo reactor modelo BSN 250W a 220 VAC-60 Hz, ignitor tipo superposición modelo SU40S y lámpara tubular de sodio a alta presión SON-T PLUS 250 W E40 con flujo luminoso de 32,000 lúmenes.

- Cuerpo de la luminaria fabricado en aluminio inyectado a alta presión, barnizado en color negro, cumple norma CIE 88-1990. El sistema óptico está formado por un reflector parabólico de aluminio de alta pureza, anodizado y

abrillantado. Dispone de un vidrio de 5 mm de espesor, con cierre temperado, con guarniciones de silicona, con clips de sujeción de acero galvanizado para la fijación del proyector. El grado de protección del equipo eléctrico y el compartimiento óptico es IP55.

Modelo:	**SNF210**
Lámpara:	SON-T 1X400W
Cantidad en obra:	100 unidades

- Luminaria tipo reflector, para iluminación de túneles, marca PHILIPS, modelo SNF 210-400W, con equipo eléctrico formado por balastro tipo reactor modelo BSN 400W a 220 VAC-60 Hz, ignitor tipo superposición modelo SU40S y lámpara tubular de sodio a alta presión SON-T PLUS 400 W E40 con flujo luminoso de 55,000 lúmenes.

Los dos tipos de luminarias instaladas dentro del túnel, así como las canaletas de cableado se pueden observar en la figura 4.10:

Figura 4. 10 Luminarias y canaletas en Túnel

4.2.4.2. Luminancímetros

Las principales características de los luminancímetros que miden la luminancia en las bocas de entrada a los túneles son las siguientes:

El luminancímetro es el Hagner TLS-420 de tipo fotométrico, diseñado para medir la luminancia promedio en las aproximaciones a los túneles, acorde con las recomendaciones de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) El fotómetro mide el promedio de luminancia dentro de un cono de ángulo 20°, por medio de un detector especial que reproduce el ángulo de visión de un conductor que se aproxima a los túneles.

El fotómetro tiene una señal de salida de 4-20 mA DC para un rango de luminancia de 0 – L cd/m2. Un valor común para L es de 6500 cd/m2. La señal de salida hace al equipo adaptable a un sistema computarizado que controla el encendido y apagado de las luminarias en el túnel acorde a la luminancia exterior.

El fotómetro está alojado en una carcasa a prueba de agua y aislada térmicamente, hecha de acero inoxidable o aluminio. El suministro eléctrico es de 220-240 V AC.

Datos Técnicos

Modelo	TLS-420/SW
Detector	Foto Diodo de silicona, Vλ filter
Ángulo de medición	20°
Rango de medición	0-6,500 cd /m2
Precisión	> 3%
Señal de salida	4-20 mA DC
Resistencia máx.	800 ohm
Rango de Temp.	-30°C - +50°C
Tensión	220-240 V AC

Dimensiones	460 x 155 x 170 mm
Peso	6.0 kg

4.2.4.3. Iluminación Vial

Las características generales de las luminarias y lámparas viales son las siguientes:

País de procedencia:	COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA
Fabricante:	PHILIPS LIGHTING B.V.
Representante en Ecuador:	PHILIPS ECUADOR C.A.
Modelo:	SGS-305
Lámpara:	SON-T 150W
Cantidad en obra:	114 unidades

- Luminaria para iluminación vial Marca PHILIPS, modelo Traffic Vision SGS 305-150 W, con equipo eléctrico formado por balasto tipo reactor modelo BSN 150 W a 220 VAC/60Hz. Ignitor tipo superposición modelo SU 206 y lámpara de sodio de alta presión tubular, SON-T PLUS 150W E40, con flujo luminoso de 16,500 lúmenes.

- Cuerpo de la luminaria fabricado en fibra de vidrio reforzado con poliéster, de color gris, con difusor transparente en acrílico de alta resistencia al vandalismo.

- Sistema óptico formado por un reflector de aluminio de alta pureza, que optimiza el control y maximiza la distribución de la salida de luz. El reflector tiene 19 posiciones a las que puede ajustarse para adaptarse a las diferentes condiciones de las vías. (ancho de vía, separación de postes, etc.)

- En el momento de abrir el compartimento eléctrico, el circuito es abierto, ya que las conexiones eléctricas se realizan por medio de contactos y no por medio de cables, lo que proporciona seguridad y facilidad para el mantenimiento.

Modelo:	SGS-305
Lámpara:	SON-T 250W
Cantidad en obra:	186 unidades

- Luminaria para iluminación vial Marca PHILIPS, modelo Traffic Vision SGS 305- 250W, similar al anterior, con lámpara SON-T PLUS 250W E40, con flujo luminoso 32,000 lúmenes.

La figura 4.11 ilustra la luminaria vial instalada en el proyecto:

Figura 4. 11 Luminaria Vial

4.2.5. Sistema de Ventilación

Las características de los equipos que conforman el Sistema de Ventilación son las siguientes:

4.2.5.1. Ventiladores

Los ventiladores instalados en los túneles cuentan con las siguientes características:

Acelerador axial JETFOIL para ventilación longitudinal de túneles de carreteras formado por:

- Una girante axial con jalón a perfil alar y flujo monodireccional. El ángulo de calentamiento de las aspas se puede modificar parado para la definición del alcance y empujes deseados. Las aspas están construidas en aleación de aluminio. La nuez tiene un injerto en acero o hierro fundido.

- Un motor eléctrico, asincrónico, trifásico, a inducción, con rotor a jaula de ardilla, apto para puesta en marcha directa y para funcionamiento continuo.

- Una caja de alojamiento del grupo motor/girante, construida en acero, incluye arandelas para el acoplamiento convenientemente agujereadas. La caja está predispuesta para la instalación de sensor de vibraciones para control continuo por vídeo del estado vibratorio del acelerador.

- Dos silenciadores cilíndricos, de longitud 1D, construidos en chapa pregalvanizada, revestidos internamente con material fonoabsorbente a alto coeficiente de absorción acústica,

incorruptible, antimoho y no-inflamable, revestido externamente con una chapa pregalvanizada.

País de procedencia:	INGLATERRA
Fabricante:	WOODS
Representante en Ecuador:	ACERO COMERCIAL
Cantidad en obra:	14 unidades
Modelo:	100JMG D160/26
Diámetro girante:	1,000 mm
Alcance aire:	22.8 m^3/s
Empuje en aire parado:	800 N
Velocidad en salida aire:	20 m/s
Velocidad de rotación:	1,775 giros / minuto
Potencia motor:	26 HP
Potencia absorbida:	25.4 HP
Nivel de ruidos:	67 dB(A) a 10 m a 45° en campo libre

Corriente a plena carga:	62 A
Corriente en arranque en c.c.:	321 A
Rendimiento motor:	88 %
Cos phi:	0.85
Clase aislamiento:	F
Alimentación eléctrica:	240/60/3 (Volts/Herz/Fases)
Temperatura ambiente max:	40°C

En la siguiente figura se observan los ventiladores del proyecto antes de ser instalados:

Figura 4. 12 Ventiladores Woods

4.2.5.2. Detectores de CO y Opacidad

Los detectores de CO que serán instalados en los Túneles tienen las siguientes características:

El detector es el GASMONITOR TOX CO-500, con rango de medición de 0-300 ppm, tipo celda electroquímica.

Datos Técnicos

Gas	Monóxido de Carbono
Rango de medición	0-300 ppm
Principio de medición	celda electroquímica
Señal de salida	4 – 20 mA
Distancia máx. func.	1000m de central
Temp. Operación	-10°C - +50°C
Presión Atm.	900 – 1100 mbar
Humedad	15 – 90 % humedad relativa
Material	Aluminio
Grado de Protección	IP 54

Tensión	24 V DC
Dimensiones	150 x 64 x 34 mm
Peso	0.4 kg

Los reveladores de opacidad a instalarse en los Túneles tienen las siguientes características:

El equipo es un monitor de visibilidad de medición continua utilizando tecnología de dispersión de la luz. Debe ser instalado en el interior de los Túneles en nichos para muestreo in-situ, operación vía unidad centralizada de control.

Datos Técnicos:

Modelo	VisGuard visibility monitor
Toma de muestra	in-situ
Rango Nominal	0-100 PLA (Polystyrol-Latex-Aerosol)
	0-5,000 E/m
Rango de escala	0-15 x 10^{-3} E/m
Temperatura de muestreo	-20 °C - +50°C

Presión de muestreo	máx. 3000 Pa
Grado de Protección	IP 65
Tensión	84-264 V AC
Dimensiones	209 x 352 x 234 mm

4.2.6. Sistema de Control y Vigilancia

A continuación se describen las características principales de los equipos que conforman el Sistema de Control y Vigilancia.

4.2.6.1. Circuito Cerrado de Televisión

El Circuito cerrado de Televisión forma parte del Sistema de Control y Vigilancia y es parte vital en la operación de los Túneles. El CCTV está conformado principalmente por cámaras, monitores, amplificadores, video grabadora y selector manual / automático, cuyas características se detallan a continuación:

4.2.6.1.1. Cámaras

País de procedencia:	EE.UU
Fabricante:	PELCO

Representante en Ecuador:	Sistemas Electrónicos Especiales y Seguridad
Cantidad en obra:	38 unidades
Modelo:	Pelco MC3700S-2
Sensor:	CCD 1/3”
Salida Video:	1 Vpp-75Ω
Píxel:	510(H) x 492 (V)
Resolución:	380 líneas horizontales
Ruido:	52 dB
Sección:	Interconexión 2:1

4.2.6.1.2. Monitores

País de procedencia:	EE.UU
Fabricante:	PELCO
Representante en Ecuador:	Sistemas Electrónicos Especiales y Seguridad
Cantidad en obra:	10 unidades

Modelo:	Pelco PMM 901
Cantidad en obra:	5 unidades
Modelo:	Pelco PMM 2001
Volt. Entrada:	120 VAC, 60 Hz
Potencia:	28 W
Entrada/Salida Señal:	1 Vpp-75Ω
Resolución:	1,000 líneas horizontales
Dimensiones:	485W x470H x355Dmm
Temperatura de Operación:	-10 °C a 40 °C
Peso:	39.7 lbs (18 kg)

4.2.6.1.3. Amplificadores

País de procedencia:	EE.UU
Fabricante:	PELCO
Representante en Ecuador:	Sistemas Electrónicos Especiales y Seguridad

Cantidad en obra:	38 unidades
Modelo:	Pelco EA2010
Volt. Entrada:	120 VAC, 50/60 Hz

4.2.6.1.4. Selector Manual Automático

País de procedencia:	EE.UU
Fabricante:	PELCO
Representante en Ecuador:	Sistemas Electrónicos Especiales y Seguridad
Cantidad en obra:	5 unidades
Modelo:	Delicated Micros SL-DX9

4.2.6.1.5. Video Registrador

País de procedencia:	EE.UU
Fabricante:	SAMSUNG
Representante en Ecuador:	Sistemas Electrónicos Especiales y Seguridad
Cantidad en obra:	5 unidades

Modelo:	SLV 960ª
Volt. Entrada:	120 VAC, 60 Hz
Potencia:	16W
Entrada/Salida Imagen:	1 Vpp-75Ω
Temperatura Operación:	5°C a 40 °C
Dimensiones:	430Wx90.5Hx311D mm
Peso:	4.3 kg

4.2.6.2. Señalización a Mensaje Variable

Los paneles de señalización variables tienen las siguientes características:

Paneles metálicos, con pantalla digital que posibilita el cambio de los mensajes de túnel abierto o cerrado según sea el caso. Estos paneles estarán interconectados con la central de control y los sistemas detectores de las condiciones internas de los Túneles. En situaciones en las que los niveles de opacidad o de monóxido de carbono superen los niveles prefijados, o cuando falle el suministro eléctrico de la red pública y no enciendan los equipos de respaldo, el mensaje de “Túnel

abierto" cambiará a "Túnel cerrado" y marcará las vías alternativas de circulación.

4.2.6.3. Central de Control

Para este efecto está prevista un área destinada para funcionar como Centro de Control donde se encuentran los equipos tales como monitores, armarios de PLC, etc. Además se han definido los espacios suficientes, para que el personal necesario pueda operar el funcionamiento de los Túneles con confort y la concentración necesaria, que garantice la operación permanente y el monitoreo de acuerdo a los estándares establecidos. El área de esta Central es de aproximadamente 50 m2.

A continuación se muestra en la figura 4.13, la Central de Energía, que incluye también la central de control:

Figura 4. 13 Central de Control

4.2.6.4. Sistema de Supervisión de Red de Distribución

El suministro para el presente sistema comprende los equipos Hardware y Software para realizar una instalación de supervisión y control de las instalaciones de BT, MT y Cabina de Transformación, y que se resumen a continuación:

- Unidades Periféricas
- Unidades de Control (PLC)
- Puesto Operador (CPU)

4.3. Necesidades Generales de Mantenimiento

Luego de detallar cada uno de los componentes de los sistemas, se definen a continuación una serie de necesidades generales de mantenimiento predictivo y preventivo básicas para los sistemas descritos anteriormente, tendientes a garantizar la operatividad y funcionamiento continuos de los equipos, de la obra civil propiamente dicha, sistemas e instalaciones generales.

4.3.1. Sistema Vial

El pavimento o calzada deberá ser sometido a diversos tipos de control para verificar su estado. La inspección visual deberá ser realizada para detectar la existencia de grietas o fisuras, que pudieran presentarse producto del intenso flujo vehicular. El trabajo deberá ser realizado por una persona con conocimientos de ingeniería. Para identificar la magnitud de las fisuras o grietas, estas deberán ser medidas en su longitud, ancho y profundidad, además su ubicación tendrá que quedar claramente establecida. Para coordinar dicho trabajo, se necesitará otra persona que registre en unas tarjetas los datos obtenidos. Acompañando en la inspección deberá estar una camioneta con luces de policía, como señal a los conductores, para prevenir accidentes.

En el caso de inspección dentro de los túneles, se deberá cerrar dos carriles, en forma alternada, se mantendrá abierto tan solo un carril. Este trabajo se realizará en horarios de menor flujo vehicular.

La periodicidad deberá ser entre bimestral y trimestral, y deberá hacerse un seguimiento especial a la evolución de las grietas existentes. En base a la experiencia de un semestre se deberá definir y establecer la recurrencia definitiva de estas inspecciones.

En caso de ser necesario deberá repararse la calzada afectada. Un ingeniero de pavimentos determinará el tipo de reparación necesaria. Dependiendo del grado del daño, podrá realizarse un resane de los paños o hasta un reemplazo de los mismos.

Es muy importante la detección oportuna de los daños para evitar la evolución de los mismos. En ningún caso los daños deberán llegar a ser de tal magnitud, que representen peligro para los usuarios.

En todo momento deberá de mantenerse limpias las vías externas. Para tal efecto se contará con una máquina barredora. El operador de la máquina, será un experimentado en el manejo de la misma. Al momento de la limpieza, se colocarán señales

indicadoras para evitar accidentes. La frecuencia podrá ser entre mensual y bimensual. La recurrencia definitiva se establecerá de acuerdo a las condiciones del entorno, y a la validación que se haga en el campo en los primeros meses de operación de los túneles.

Para el pavimento al interior de los túneles, es necesario limpiarlo con un tanque de agua a presión. Su periodicidad será entre bimestral y trimestral. En ciertos casos podrá coincidir con la limpieza de aceras, revestimiento y luminarias. Tendrá que analizarse bien la posibilidad de abrir un carril para la circulación de vehículos. En ningún caso el carril abierto deberá estar mojado ni representar peligro de accidente. El horario para estas labores será nocturno.

Las aceras dentro de los túneles serán objeto de limpieza, simultáneamente con el pavimento. El método de limpieza es el mismo que el utilizado para los pavimentos. Las aceras no sufren la carga de los pavimentos por lo tanto presentarán menos daños durante su vida útil.

Es necesario realizar un estudio del estado del revestimiento de los túneles. Este estudio definirá aspectos tales como: estado del revestimiento (sano, deterioro superficial, caídas de material,

fisuras, grietas, deformaciones, etc.), presencia de agua (seco, húmedo, goteos puntuales, flujo continuo, caudal, etc.) y observaciones varias. La inspección visual se representa en forma gráfica, por esto es necesario identificar en una tarjeta de registro los resultados de cada sección estudiada. La inspección se realizará a pie y el personal contará con la iluminación adecuada. La frecuencia será entre trimestral y semestral y deberá hacerse un seguimiento especial a los desperfectos existentes.

Las reparaciones necesarias, serán determinadas por un ingeniero de estructuras. Dependiendo del tipo de desperfecto podrá realizarse un resane, inyecciones de lechada de hormigón o incluso la reposición de la sección.

La limpieza del revestimiento se realizará con un tanque de agua a presión. La atmósfera agresiva, debida a la emisión de gases, provoca que el revestimiento pierda su reflexividad, por tal razón es necesaria la limpieza cada tres meses. Deberá prestarse especial cuidado a las aspas de los ventiladores, que pueden ser averiadas por la presión del agua.

La limpieza de las marcas en el interior del túnel coincidirá con la limpieza de la calzada. Para mantener la funcionalidad de las

señales, de tal manera que sean claramente visibles para los usuarios, estas deberán ser repintadas con frecuencia anual, por lo menos. El historial de uso de los túneles en los dos primeros años permitirá ajustar los tiempos y las recurrencias de muchas de las actividades a realizar con relación a la obra civil propiamente dicha.

Se verificará el estado de la estructura de la señalización vertical y de los elementos de sujeción con periodicidad anual. Se pintarán las señales para mantener la visibilidad de las mismas. Al elemento estructural se le dará un tratamiento para mantenerlo libre de oxidación, que comprende lijado de las partes afectadas y el pintado con materiales especiales anti-corrosión.

4.3.2. Sistema de Drenajes

Los drenajes al interior del túnel deberán ser objetos de los cuidados, limpiezas y baldeos habituales con frecuencia entre bimestral y trimestral, hasta validar en el tiempo la recurrencia óptima. Luego de la limpieza de la calzada y/o revestimiento, se verificará la acumulación de sólidos en las cajas de drenaje, y de ser el caso, se recogerán los mismos procediendo a desalojarlos.

Durante la inspección, deberá constatarse el perfecto estado de las tapas de las cajas de drenaje, de ser necesario se realizará la reparación de las mismas.

Los drenajes externos deberán limpiarse con frecuencia entre trimestral y semestral. La limpieza se realizará con unas palas especiales para recoger los sólidos desde el fondo de la cámara. Los sólidos se colocarán en sacos que luego serán desechados. Se considera conveniente realizar inspecciones permanentes predictivas para validar y garantizar la operatividad de los sistemas de evacuación, con una recurrencia de por lo menos una vez a la semana. Es necesario que se establezca como una política permanente de Mantenimiento de este sistema, realizar una inspección profunda un mes antes del inicio de la temporada invernal, fecha que deberá constar en el plan de mantenimiento preventivo anual como una actividad crítica a ejecutarse.

Para las descargas al Río Guayas es necesario realizar inspecciones periódicas trimestrales, con personal encargado del mantenimiento de los Túneles para verificar el correcto funcionamiento de las mismas. Las labores de limpieza son de exclusividad de la empresa proveedora de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad.

4.3.3. Sistema de Transformación y Distribución de Energía

El mantenimiento comprende inspecciones de rutina, pruebas y servicio en el equipo eléctrico de tal forma que se puedan detectar, reducir o eliminar problemas inminentes en dichos equipos. El propósito de realizar un programa de mantenimiento preventivo es el reducir el riesgo de accidentes a individuos o instalaciones como resultado de las fallas debidas al deterioro normal por efectos del ambiente, sobrecarga o ciclos de trabajo severo.

4.3.4. Sistema de Iluminación

Se deberá realizar una inspección visual diaria o semanal del correcto funcionamiento de las tres fases de iluminación. Será necesario un recorrido con un vehículo destinado para vigilancia. Si se estima conveniente, podrá cerrarse al tráfico un carril para facilitar y dar mayor seguridad a las labores de inspección. Se deberá identificar la ubicación y el tipo de lámpara que haya sufrido un desperfecto, para facilitar su inmediata sustitución. Se tomarán medidas de seguridad para las operaciones de reemplazo de lámparas, tales como cierre temporal de dos carriles o incluso el cierre al tráfico del túnel en cuestión. Es necesario analizar que el horario en que se realizarán dichas

actividades, sea cuando el flujo vehicular sea bajo. Al momento de la sustitución se deberá chequear el estado de la luminaria tanto interior como exterior.

Los elementos de sujeción y las estructuras de apoyo de las canaletas deberán ser objeto de inspección con frecuencia anual, para verificar el estado de los mismos y garantizar la seguridad para los usuarios. Las piezas defectuosas deberán ser reemplazadas por otras idénticas.

La limpieza de las luminarias se realizará de forma trimestral a semestral. Para esta labor se utilizará un tanque con agua a presión. Puede hacerse coincidir las labores de limpieza de las luminarias con la limpieza de la calzada. Se tomarán las medidas de seguridad necesarias, tales como cierre de carriles o cierre del túnel en cuestión.

Por encontrarse en el exterior de los túneles, los luminancímetros deberán ser objetos de inspección visual para verificar su correcto estado (limpieza, ángulo inclinación). Además deberá hacerse una verificación funcional de todos los estados posibles.

4.3.5. Sistema de Ventilación

El sistema de ventilación es el más crítico del proyecto, ya que del correcto funcionamiento del mismo depende la seguridad de los usuarios de los túneles. El sistema comprende los detectores de las emisiones de los vehículos que a su vez, a determinados niveles de contaminación, acciona los ventiladores por intermedio de un PLC (Controlador Lógico Programable)

Es importante realizar una inspección para verificar el funcionamiento de los ventiladores en forma diaria o semanal. Ya que la verificación debe realizarse cuando el flujo de vehículos sea bajo, es necesario coordinar con la central de control para que accione manualmente los equipos a ser inspeccionados. Dada la simplicidad de la inspección se puede unificar con la inspección del sistema de iluminación. Se llevará una tarjeta de registro para anotar todas las observaciones de los inspectores y poder identificar los equipos en caso de reparación.

Las vibraciones a las que están sometidos los ventiladores pueden ocasionar un deterioro en los anclajes y poner en peligro a los usuarios. Por tal razón se inspeccionará en forma semestral el estado de los mismos.

En forma semestral o anual se limpiará la carcasa y alavés de los ventiladores. Este trabajo se realizará con agua a baja presión y aditivos no abrasivos.

Desde la central de control se verificará el correcto funcionamiento del sistema, a diversos niveles de contaminación se deberán accionar automáticamente un número predeterminado de ventiladores.

Los detectores deberán de ser objeto de mantenimiento y calibración una vez cada año.

4.3.6. Sistema de Control

Se deberá realizar un mantenimiento periódico de todos los elementos que conforman este sistema, tales como equipos de computación, video, comunicación, automatización, telefonía, así como de las edificaciones y otros implementos complementarios para el funcionamiento de la Central de Control. Se deberá mantener el lugar limpio y libre de polvo el ambiente.

4.4. Lista de Subcontratistas y Proveedores

PROVEEDORES

Ventiladores

Compañía:	WOODS AIR MOVEMENT LIMITED
Dirección:	Tufnell Way
	Colchester-Inglaterra
Teléfono:	+44 (0)1206 544122
Fax:	+44 (0)1206 574434
E-mail:	enquiry@woods-fans.com
Equipo:	Ventiladores Axiales
Marca:	Woods
Representante:	Acero Comercial Ecuatoriano
Contacto:	Arq. Peter Wettstein
Dirección:	Av. Juan Tanca Marengo Km. 1,7
	Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 (0)4 2683060 - 70

Fax:	+593 (0)4 2683059
E-mail:	petewett@impsat.net.ec

Luminarias

Compañía:	PHILIPS LIGHTING B.V.
Equipo:	Lámparas y Luminarias
Marca:	Philips
Representante:	Philips Ecuador C.A.
Contacto:	Ing. Juan ramón Bastidas Aguirre
Dirección:	Amazonas N 39-82 y Pereira Ofic. 201
	Quito- Ecuador
Teléfono:	+593 (0)2 2264518 - 20 - 21 - 22
Fax:	ext. 201
Contacto:	Ing. Eduardo Hidalgo
	Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 226-6352
E-mail:	eduardo.hidalgo@philips.com

Transformador

Compañía:	SCHNEIDER ELECTRIC - France Transfo
Dirección:	BP 10140
	F-57281
	Maizieres-les- Metz cedes
	France
Teléfono:	+33 (0)3 87705757
Fax:	+33 (0)3 87511016
E-mail:	www.schneider-electric.com
Equipo:	Transformador tipo trihal
Marca:	France Transfo
Representante:	Schneider Electric Ecuador S.A.
Contacto:	Ing. Alfredo Campozano
Dirección:	Av. Francisco de Orellana 2205 y Linderos
	Ofic. 204
	Guayaquil- Ecuador

Teléfono:	+593 (0)4 2275083
Fax:	+593 (0)4 2242095
E-mail:	schnecgy@gye.satnet.net

Equipos de Continuidad

Compañía:	SALICRU ELECTRONICS
Dirección:	Av. De la Serra 100
	08460 Sta. María de la Palautordera
	Barcelona- España
Teléfono:	93-848 2400
Fax:	93-848 1151
E-mail:	salicru@salicru.com
Web:	www.salicru.com
Equipo:	Grupos de Continuidad (UPS's)
Marca:	Salicru
Representante:	CELCO

Contacto:	Ing. Edgar Arroyo R.
Dirección:	Cdla. La Garzota, 4to Pasaje 111 y JJ Bonilla Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 (0)4 2642600
E-mail:	upsking@usa.net

Grupo Electrógeno

Compañía:	HIMOINSA S.L.
Dirección:	Ctra. Murcia-San Javier km 23.6 30730 SAN JAVIER(MURCIA)-ESPÑA
Teléfono:	+34 968 191128
Fax:	+34 968 191217
E-mail:	himoinsa@himoinsa.com
Web:	www.himoinsa.com
Equipo:	Grupo Electrógeno
Marca:	Himoinsa

Representante:	FERCORSA
Contacto:	Ing. Julio Paredes
Dirección:	Calle 11 y Av. Domingo Comín
	Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 4 2491010
Fax:	+593 4 2441652
E-mail:	gerenciageneral@febrescordero.com
	fctecni@febrescordero.com
	secrepuesto@febrescordero.com

Cables de Distribución

Compañía:	Phelps Dodge COCESA
Dirección:	Camino a Melipilla 6307
	Casilla 100-Cerrillos- Santiago-Chile
Teléfono:	+56-2-422-2200
Fax:	+56-2-422-2211
Equipo:	Cables Eléctricos Distribución BT

Marca:	PD Wire & Cable
Representante:	Phelps Dodge Cablec
Contacto:	Sr. Henry Yáñez
Dirección:	Edificio World Trade Center
	Torre B, 4to piso, Of.#417
	Guayaquil- Ecuador

Celdas M.T.

Compañía:	ORMAZABAL Ibero América
Teléfono:	+54-44-4202-6767
Fax:	+54-44-4202-6766
E-mail:	orl@ormazabal.com
Web:	www.ormazabal.com
Equipo:	Celdas de Media Tensión
Marca:	ORMAZABAL
Representante:	COMETACE
Contacto:	Ing. Eloy Reyes

Dirección:	Cdla. Mirador del Norte Mz.2 S.5-6-7
	Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 4 223-0886
Fax:	+593 4 223-1450
E-mail:	cometace@srv1.telconet.net

Celdas B.T.

Equipo:	Celdas de Baja Tensión (Instrumentos General Electric)
	Canales Metálicos Galvanizados
	Estructuras de Apoyo y Soporte
Representante:	COMETACE
Contacto:	Ing. Eloy Reyes
Dirección:	Cdla. Mirador del Norte Mz.2 S.5-6-7
	Guayaquil- Ecuador
Teléfono:	+593 4 223-0886
Fax:	+593 4 223-1450

E-mail:	cometace@srv1.telconet.net

Monitores

Compañía:	PELCO
Dirección:	300 W. Pontiac Way, Clovis,
	CA 93612-5699 USA
Teléfono:	+800-289-9100
Fax:	+800- 289-9150
Web:	www.pelco.com
Equipo:	Monitores PELCO PMM 2001 y 901
Representante:	Sistemas Electrónicos de Seguridad
Contacto:	Sra. Nancy de Carvajal
Dirección:	Km 4 Av. CJ. Arosemena
	Cdla. Cogra, atrás de Fioravanti
Teléfono:	+593-4-2204-269
E-mail:	ncarvaja@ecua.net.ec

Cámaras

Compañía:	PELCO
Dirección:	300 W. Pontiac Way, Clovis,
	CA 93612-5699 USA
Teléfono:	+800-289-9100
Fax:	+800- 289-9150
Web:	www.pelco.com
Equipo:	Monitores PELCO PMM 2001 y 901
Representante:	Sistemas Electrónicos de Seguridad
Contacto:	Sra. Nancy de Carvajal
Dirección:	Km 4 Av. CJ. Arosemena
	Cdla. Cogra, atrás de Fioravanti
Teléfono:	+593-4-2204-269
E-mail:	ncarvaja@ecua.net.ec

Amplificadores

Compañía:	PELCO
Dirección:	300 W. Pontiac Way, Clovis,

	CA 93612-5699 USA
Teléfono:	+800-289-9100
Fax:	+800- 289-9150
Web:	www.pelco.com
Equipo:	Monitores PELCO PMM 2001 y 901
Representante:	Sistemas Electrónicos de Seguridad
Contacto:	Sra. Nancy de Carvajal
Dirección:	Km 4 Av. CJ. Arosemena
	Cdla. Cogra, atrás de Fioravanti
Teléfono:	+593-4-2204-269
E-mail:	ncarvaja@ecua.net.ec

SUBCONTRATISTAS

Nombre:	**Ing. Eléctrico. Edgar Benalcázar**
Dirección:	Noguchi 1902 y Gral. Gómez
Teléfono:	234-1538
Fax:	233-4032

Especialidad:	Proyectos, construcciones, montajes electromecánicos
Nombre:	**RUBASA**
Contacto:	Arq. Rubén Muñoz
Dirección:	Cdla. Las Garzas Mz.11 V.12
Teléfono:	239-7375 239-9387
Especialidad:	Servicios de Limpieza de Instalaciones
Nombre:	**Compañía de Servicios Auxiliares del Pacífico S.A. SERENTRESA**
Contacto:	Ing. Rodrigo Sarzosa C. – Gerente General y de Operaciones
Dirección:	P. Ycaza 220 y Pedro Carbo P.8
Teléfono:	232-8333 256-3744 ext. 5866
Fax:	256-2388
E-mail:	rsarzosa@pacifico.fin.ec
Especialidad:	Servicios de Mantenimiento Integral de todo tipo y de Montajes de Oficinas, Equipos,

	Sistemas e Instalaciones. Automatización y Cableado estructurado.
Nombre:	**GENESYS** Automatización y Control
Contacto:	Alberto Santos Cobos. – Gerente General
Dirección:	Km. 16.5 Vía a Daule – Guayaquil
	Av. Eloy Alfaro 30-31 y Amazonas
Teléfono:	2289-964 / 2893-488
	02-2239-927 / 02-2567-686
Fax:	2896-707
	02-2524-638
E-mail:	asantos@gye.santoscmi.com
Especialidad:	Suministro, capacitación, instalación, mantenimiento, diseño y operación de Sistemas de Control Industrial, así como la construcción y operación de Centrales Eléctricas.

4.5. Determinación de Equipos e Instalaciones Críticas

Para la determinación de los Equipos, Sistema o Instalaciones críticas que forman parte del proyecto se han tomado los siguientes parámetros de criticidad:

- Fallo que produce detenciones en el tráfico.
- Fallo que produce daños a otros equipos, sistemas o instalaciones.
- Fallo que produce mal funcionamiento en otro sistema o equipo.
- Alto costo del activo.
- No-existencia de equipos adicionales de emergencia (Respaldo).
- Adaptabilidad de repuestos no originales.
- Disponibilidad de repuestos en el mercado directo.
- Fallo que afecta la seguridad de los usuarios.
- Fallo que afecta la imagen del Proyecto.

La matriz que se obtuvo del análisis se encuentra en el Anexo 6 de la presente tesis y los resultados de la misma se resumen a continuación:

Equipamiento de Alta Criticidad

Luminancímetros

Detectores de CO y Opacidad

Grupo Electrógeno

Equipos de Continuidad (UPS)

Equipamiento de Criticidad Considerable

Transformador

Ventiladores

Señalización Mensaje Variable

Circuito Cerrado de Televisión

Equipamiento de Criticidad Media

Revestimiento Túnel

Drenajes en Túneles

Drenajes Exteriores

Tableros de Distribución

Líneas de Distribución

Luminarias

Lámparas

Iluminación Vial

Sistema de Supervisión de Red de Distribución

Equipamiento de Poca Criticidad

Pavimentos

Pintura de Revestimiento

Señalización Vertical

Marcas Viales

Equipamiento no Crítico

Aceras

Oficina de Centro de Distribución

Oficina de Centro de Control

4.6. Determinación de Periodos y Tipos de Mantenimiento

A continuación se detallan las actividades de mantenimiento que deberán ser ejecutadas. Las tareas de Manutención se las ha

agrupado y dividido en cuatro tipos: - mantenimiento de Inspección (Predictivo), Labores de Limpieza y Aseo, Reemplazo de partes y piezas y labores de Mantenimiento Periódico Programado (Preventivo Programado). Cada componente de los sistemas tiene, entre las recomendaciones de mantenimiento lo siguiente:

- Justificación: es la razón de ¿por qué? se debe realizar ese tipo de mantenimiento.
- Descripción: las actividades que comprenden ese tipo de mantenimiento.
- Frecuencia: Periodos mínimos y máximos en que deben ser ejecutados los trabajos específicos.
- Personal: Requerimientos de recursos humanos para realizar los trabajos.
- Horario: la hora más aconsejable para ejecutar las labores.
- Tiempo: Lapso de tiempo estimado que durarán los trabajos.
- Equipo: Requerimientos mínimos de equipos, herramientas y maquinarias necesarias para ejecutar las tareas y labores detalladas.

Como resultado del siguiente capítulo se obtuvo la tabla del Anexo 7 del presente trabajo, donde se detallan las frecuencias de los diferentes tipos de mantenimiento de cada sistema. En el Anexo 8 se hallan los formatos de mantenimiento de generadores, así como varias cartillas de inspección de ventiladores, luminarias y demás equipos.

4.6.1. Inspección

Las actividades de inspección son parte importante dentro del Plan de Mantenimiento, ya que ayudan a determinar el estado de las edificaciones, instalaciones y equipos que conforman los diferentes sistemas, y porque además permiten definir las actividades necesarias para prevenir desperfectos en los mismos que ocasionen paros imprevistos y por ende el cierre de los túneles al tráfico regular.

A continuación se detalla el equipamiento que requiere este tipo de mantenimiento para cada uno de los sistemas: A) Sistema Vial, B) Sistema de Transformación y Distribución de Energía, C) Sistema de Iluminación, D) Sistema de Ventilación y E) Sistema de Control, además se incluyen la justificación de su necesidad, la descripción del proceso, las necesidades de personal y la frecuencia con la que debe realizarse:

A) Sistema Vial

- **Pavimentos**

Justificación: El proceso de inspección visual y al detalle de los pavimentos comprende el chequeo del estado de los mismos, la validación de la aparición de fisuras o grietas por la carga del paso vehicular. También se debe verificar el estado de las juntas del pavimento. Es necesario realizar este trabajo para determinar las acciones correctivas a tomar en función del grado del daño. Podrán ser necesarias reparaciones o reposición del paño, o también se podrá hacer un seguimiento de la evolución de las pequeñas fisuras.

Descripción: La inspección se la realizará a pie y consistirá en chequear detalladamente el estado de la calzada. En caso de detectar alguna fisura o grieta se deberá registrar en una cartilla o formato establecido para el efecto para su fácil identificación. Se deberán anotar las características de las fisuras, tal como su ubicación, longitud, ancho y profundidad.

Frecuencia:	-TRIMESTRAL
Personal:	-2 personas con conocimientos de Ingeniería Civil y específicamente de pavimentos. Su trabajo consistirá en detectar las fisuras e identificar las características de las mismas. Deberá registrar la información al detalle mientras realizar la inspección en el formato diseñado para el efecto.
Horario:	-Nocturno en el túnel, preferiblemente. -Diurno para exteriores, en horas de poco flujo.
Área:	- 57,500 m^2
Rendimiento:	- 25 m^2 /min.
Tiempo (min.):	- 2,300 min. Reales de trabajo
Tiempo(h):	- 38.33 horas en total. 19.17 horas por cada recurso humano (2).
Herramientas:	-Linterna de alta capacidad de iluminación

-Flexómetro

-Cartilla de registro (formato)

-Lápiz, Borrador, Tablero

Equipo: -Cámara Fotográfica con flash de alta luminosidad y resolución para tomas nocturnas. Preferentemente digital.

- **Aceras**

Justificación: Se debe determinar las acciones correctivas a tomar en función del grado del daño. Podrán ser necesarias reparaciones o reposición de tramos, o también se podrá hacer un seguimiento de la evolución de las pequeñas fisuras.

Descripción: El proceso de inspección de las aceras comprende el chequeo del estado de las mismas, la aparición de fisuras o grietas. La inspección se la realizará a pie y consistirá en chequear detalladamente el estado de las mismas. En caso de detectar alguna fisura o grieta se deberá registrar en una cartilla para su fácil identificación. Se deberán anotar las características de las fisuras, tal como su ubicación, longitud, ancho y profundidad.

Frecuencia:	-Anual
Personal:	-1 persona con conocimientos de Ingeniería que detecte las fisuras e identifique las características de las mismas. La persona deberá documentar la información usando el formato respectivo.
Horario:	-Nocturno en el túnel, preferiblemente.
	-Diurno para exteriores, en horas de poco flujo.
Área:	- 2,400 m2
Rendimiento:	- 30 m2 /min.
Tiempo(min.):	- 80 min. De tiempo real efectivo
Tiempo(h):	- 1.33 horas
Herramientas:	-Linterna
	-Flexómetro
	-Cartilla de registro (formato)
	-Lápiz, Borrador, Tablero

- **Revestimiento del Túnel**

Justificación: El proceso de inspección del revestimiento comprende el chequeo del estado de los mismos, la aparición de fisuras, grietas o deformaciones o la presencia de agua debido a filtraciones. Del análisis de los resultados de la inspección se tomarán las medidas correctivas a tomar. Es muy importante realizar este trabajo, ya que el correcto mantenimiento del revestimiento asegura una larga vida útil del mismo y por ende la seguridad para los usuarios del túnel.

Descripción: La inspección se la realizará a pie o bien con la ayuda de una canastilla para las zonas altas. Se contará con iluminación adecuada y se registrará en una cartilla el estado del revestimiento: deformaciones, fisuras o grietas, caídos, superficie deteriorada; o la presencia de agua: humedad o goteos; además de la ubicación exacta de cada desperfecto.

Frecuencia: -Semestral.

Personal: -1 persona con conocimientos en Ingeniería que detecte las fisuras, deformaciones o

	presencia de agua e identifique las características de las mismas.
	-1 persona que registre los datos que le dicta la primera.
Horario:	-Nocturno, preferiblemente.
	-Diurno, en horas de poco flujo.
Área:	- 30,000 m2
Rendimiento:	- 25 m2 /min.
Tiempo:	- 1200 min.
Tiempo (h):	- 20 horas en total
Herramientas:	-Linterna
	-Flexómetro
	-Cartilla de registro (formato)
	-Lápiz, borrador, tablero
Equipo:	-Canastilla

- **Señalización Vertical**

Justificación: El proceso de inspección de la señalización vertical comprende el chequeo del estado de los mismos, tal como la integridad, apriete y corrosión de todos los elementos tales como perfiles, tornillos y paneles. Del análisis de los resultados de la inspección se tomarán las medidas correctivas a tomar. Es muy importante realizar este trabajo, ya que el correcto mantenimiento de la señalización asegura una buena visibilidad de los mismos por parte de los usuarios.

Descripción: En el caso de los pórticos, la inspección se realizará con el trabajador correctamente asegurado mediante un cinturón de seguridad. El trabajador identificará en una cartilla la ubicación de los desperfectos y detallará el estado de los elementos. Entre las observaciones deberá anotar el tipo de arreglo necesario: lijado, repintado, reemplazo de tornillería, limpieza, etc.

Frecuencia: -Anual

Personal: -1 persona que detecte las averías de los elementos y registre los resultados.

Horario: -Diurno

Unidades: - 114 u.

Rendimiento: - 1 u / 10 min

Tiempo: - 1140 min.

Tiempo (h): - 19 horas en total

Herramientas: -Cartilla de registro (Formato)

-Lápicero

-Borrador

-Cinturón de seguridad

B) Sistema Transformación y Distribución de Energía

- **Celdas M.T.**

Justificación: Se recomienda realizar inspecciones semanales de las condiciones de operación de las celdas M.T. con el fin de detectar cualquier anomalía.

Descripción: La inspección consiste en la lectura de las mediciones de los parámetros de operación de las celdas.

Frecuencia: - Semanal

Personal: - Técnico eléctrico encargado del control de la Central.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 15 min.

- **Transformador**

Justificación:. Es necesario hacer revisiones periódicas de los transformadores por lo menos una vez a la semana para validar las condiciones de operación del transformador con el fin de detectar cualquier anomalía.

Descripción: Las actividades a realizar son las siguientes:

- Lectura de temperatura
- Observar carga en aparatos de medida
- Revisar nivel de ruidos
- Inspección visual general

Frecuencia: - Diaria o semanal

Personal: - Técnico eléctrico encargado del control de la Central.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 25 min.

Herramientas: equipos de control de temperatura incorporados y cartilla o formato para registrar la visita realizada.

- **Grupo Electrógeno**

Justificación: Si bien es cierto el grupo electrógeno entra en funcionamiento en caso de falla en la red pública, es necesario realizar ciertos controles para garantizar el correcto funcionamiento del mismo en caso de emergencia.

Descripción: El grupo electrógeno consta de dos partes bien definidas: el motor diesel y el generador. Antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento se debe conectar el generador en “off” y bajar los breakers de generación y conexión. Las principales actividades de inspección a realizar son:

- Lectura del horómetro

- Control del nivel de aceite en la copa

- Control del nivel de diesel.

- Control del nivel de refrigerante

- Control de obstrucción filtro de aire

- Control de estado obstrucción radiador / intercoooler

- Control de nivel de agua y medición de gravedad específica de las baterías.

- Chequeo de fugas en sistema de combustible, lubricación, enfriamiento, escape y de baterías.

- Verificación de correcto funcionamiento sin ruidos o vibraciones anormales generador.

-Parámetros funcionales correctos generador.

- Entrada de aire no obstruida, verificar calentamiento del generador

- Comprobación carga en aparatos de medida

- Comprobación maniobra correcta en arranque

- Medición de parámetros en arranque de prueba

Frecuencia: - Dos veces por semana a Semanal

Personal: - Técnico especializado para realizar operaciones

Horario: - Diurno

Tiempo: - 60 min

Herramientas: - Ohmiómetro

- Limpiador eléctrico

- Limpiador electrónico

- Aceite desoxidante

- Agua destilada

- Limpiador de bornes de batería

-Protector de bornes de batería

- Tela Toalla

- **Equipos de Continuidad**

  Justificación: Es conveniente realizar una inspección para comprobar el correcto estado de los UPS's, ya que son equipos de emergencia que entran en funcionamiento en caso de falla en el suministro de la red pública.

  Descripción: Los trabajos consisten principalmente en chequeo de parámetros, análisis y monitoreo de la unidad, verificación del estado de las baterías. Todos estos trabajos no requieren el apagado de los equipos.

  Frecuencia: -Trimestral

  Personal: - 2 Técnicos especializados

  Horario: - Diurno

  Cantidad: - 2 uni.

  Tiempo: 60 min.

- **Tableros de Distribución**

  Justificación: Es conveniente realizar una inspección para comprobar el correcto funcionamiento de los componentes y garantizar el suministro de energía.

Descripción: Las principales actividades a realizar consisten principalmente en una revisión general visual diaria por parte del encargado del centro de distribución. Se prestará atención a la acumulación de polvo y se hará una verificación funcional del sistema en forma semanal. Además se comprobará el calentamiento en derivaciones y puntos de contacto en barras disyuntores en forma mensual. Se procederá a realizar los ajustes y aprietes necesarios para evitar falsos contactos.

Frecuencia: - Semanal

Personal: - Técnico electricista encargado del control de la Central de Distribución

Horario: - Diurno

Tiempo: - 30 min

Herramientas: Equipos de comprobación eléctrica (multímetro con puntas y posibilidad de medir temperatura), destornilladores, llaves especiales (de ser el caso), etc.

- **Líneas de Distribución**

Justificación: Es conveniente realizar una inspección para comprobar el correcto estado de las líneas de distribución y los electro canales de los túneles, ya que están sometidos a condiciones ambientales adversas.

Descripción: Las actividades a realizar consisten principalmente en revisar los empalmes, verificar la acumulación polvo o agua, comprobar el calentamiento de las líneas, comprobar el correcto estado del aislamiento de los cables, comprobar la puesta a tierra y revisar el ajuste de terminales. Se deberá realizar la limpieza para unificar las actividades y disminuir los tiempos de paro.

Frecuencia: - Semestral

Horario: - Nocturno, de poco flujo vehicular

Cantidad: - 2 líneas de canales por 1,260 m de longitud

Rendimiento: - 60 m / h

Tiempo: - 42 h

Herramientas: - Kit de herramientas eléctricas y mecánicas

C) Sistema de Iluminación

- **Luminarias**

Justificación: Es necesario verificar el buen estado de las lámparas, ya que estas se ven expuestas a la atmósfera agresiva provocado por el flujo intenso de vehículos.

Descripción: Se comprobará con ayuda de una canastilla, el estado de conservación de las luminarias y proyectores, así como los anclajes de fijación de los mismos.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - 1 Operador de la canastilla

- 1 Oficial que registre en cartilla los resultados de la inspección.

Horario: - en horas de poco flujo de tráfico

Unidades: - 428

Rendimiento: - 1 uni./ 10 min.

Tiempo(min): - 4,280 min.

Tiempo(horas): - 71.33 horas efectivas hombre

Herramientas: Canastilla, llaves y herramientas para realizar ajustes de anclajes y arriostramientos de las lámparas.

- **Lámparas**

Justificación: Es necesario inspeccionar el funcionamiento de las luminarias, ya que de estas depende la correcta iluminación de la vía. En el momento que se cuenta con algunas lámparas quemadas se produce el llamado "cebreado" que es molestoso y peligroso para los usuarios

Descripción: Se realizará la inspección en un vehículo, a baja velocidad, para identificar las lámparas quemadas y proceder a su reemplazo. Se deberá cerrar al menos un carril al tránsito para evitar accidentes.

Frecuencia: - Diaria

Personal: - Conductor del vehículo

- 1 persona que registre las luminarias defectuosas

Horario: - Cuando funcionen las tres fases de encendido

Tiempo: - 60 min.

Herramientas: - Cartilla de registro

- Lápiz

- Borrador

Equipo: -Vehículo

- **Luminancímetro**

Justificación. El correcto funcionamiento de este equipo determina el encendido y apagado de las luminarias en el interior de los Túneles. Este se encuentra ubicado en las aproximaciones de las bocas de ingreso de cada túnel y su correcto funcionamiento puede afectarse por diversas causas, como la descalibración natural de equipos electrónicos o la acción del clima.

Descripción: Se debe verificar el estado de operación del mismo, así como su correcta disposición y estado de la carcasa.

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 1 trabajador que verifique el estado del equipo

Horario: - Diurno

Cantidad: - 2 unidades

Rendimiento: - 1 uni / 20 min

Tiempo: - 40 min.

Herramientas: - Herramientas generales

D) Sistema de Ventilación

- **Ventiladores**

Justificación: Los ventiladores deben de ser inspeccionados visualmente con cierta periodicidad para detectar cualquier potencial desperfecto en sus anclajes y estructuras de soporte. Se debe realizar pruebas de vibraciones por lo menos mensuales para registrar los niveles de alarma y garantizar la operatividad de los mismos.

Descripción: La inspección se realizará sobre una canastilla para acceder hasta el nivel de los ventiladores. Allí se procederá a realizar las siguientes actividades:

-Chequear, con el ventilador apagado el estado de las aspas.

-Chequear el estado de los anclajes, elementos de sujeción y estructuras de soporte.

-Inspeccionar tensión y condiciones de cadenas de soporte para emergencias.

-Examinar el espacio libre entre las aspas y el ducto del ventilador.

-Inspeccionar el estado de la pintura.

-Registrar los niveles de vibración.

Frecuencia: - Niveles de vibración mensual, las demás tareas trimestrales

Personal: - Técnico mecánico que identifique el estado de los equipos. Proveedor de servicios de registro de vibraciones, quien deberá contar con los equipos adecuados para realizar esta tarea mensualmente.

- Operador canastilla

Horario: - Nocturno

Unidades: - 14

Rendimiento: - 1uni./15 min.

Tiempo: - 210 min.

Tiempo (h): - 3.5 h

Herramientas: - Llave mecánica

- Cartilla de registro

- Lápiz

-Borrador

Equipo: -Canastilla

- **Detectores de monóxido de carbono**

Justificación: Es necesario verificar el correcto funcionamiento de los detectores de monóxido de carbono, ya que de estos depende el correcto funcionamiento del sistema de ventilación.

Descripción: Las actividades principales a realizar durante la inspección de los equipos son las siguientes:

- Verificación de recepción de datos en Central de control

- Constatar en sitio el estado de entrada de aire a las bombas de aspiración.

- Control de caudal.

- Funcionamiento de maniobra de los ventiladores.

- Estado de filtros.

- Estado de carcasa

Frecuencia: - Quincenal

Personal: - Personal de mantenimiento con conocimientos en el tema.

Horario: - En horario de poco flujo

Cantidad: - 3 unidades

Rendimiento: - 15 min. / uni.

Tiempo: - 45 min.

Herramientas: básicas

- **Detectores de opacidad**

Justificación: Al igual que los detectores de CO, el de opacidad determina el funcionamiento del sistema de ventilación.

Descripción: El trabajo consiste principalmente en la verificación funcional del aparato y consta de las siguientes operaciones:

- Chequeo de calibrado
- Comprobación de fuente luminosa
- Prueba de funcionamiento con maniobra de ventiladores.
- Estado exterior del equipo

Frecuencia: - Quincenal

Personal: - Personal de mantenimiento con conocimientos en el tema.

Horario: - En horario de poco flujo

Cantidad: - 3 unidades

Rendimiento: - 15 min / uni

Tiempo: - 45 min

Herramientas: básicas necesarias.

E) Sistema de Control

- **Circuito Cerrado de Televisión**

Justificación: El Circuito Cerrado de Televisión es parte importante del sistema de control, ya que este permite en todo momento tener conocimiento de lo que ocurre en el interior de los túneles, y poder actuar en casos de emergencia. Por esta razón es necesario realizar ciertas actividades de inspección, especialmente a las cámaras.

Descripción: Se realizará una inspección visual de todo la instalación de campo, verificará el soporte de las cámaras, estado de la caja electrónica, estado de conectores y cableado.

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 1 oficial que revise las instalaciones

- Ayudante que registre datos y opere la canastilla

Horario: - nocturno

Cantidad: - 38 cámaras

Rendimiento: - 1 uni./ 10 min.

Tiempo: - 380 min.

Tiempo (h): - 6.3 h

Herramientas: -escalera

- herramienta general básica

- **Señalización a Mensaje Variable**

Justificación: Es necesario el correcto funcionamiento de los paneles de señalización a mensaje variable, para garantizar en todo momento la recepción de la información por parte de los conductores.

Descripción: Este trabajo consiste principalmente en una verificación funcional del sistema, que todos los leds estén funcionando y la visibilidad de los paneles.

Frecuencia: - semanal

Personal: - El mismo personal para la inspección de las luminarias

Horario: - Diurno

Tiempo: - 45 min

Equipo: - Vehículo

4.6.2. Limpieza

A continuación enlistamos los equipos que requieren este tipo de mantenimiento, la justificación, descripción del proceso, el personal y la frecuencia de los mismos para cada Sistema:

A) Sistema Vial

- **Pavimentos**

Justificación: Es necesario realizar la limpieza de los pavimentos, dado que en el interior de los túneles no se cuenta con la limpieza de la lluvia. La acumulación de polvos sobre la calzada ocasiona el aumento en la opacidad del aire, además en caso de lluvias podría ser peligroso para los vehículos que ingresan con los neumáticos mojados, ya que se tornaría resbaloso el pavimento.

Descripción: El trabajo consiste en baldear el pavimento, para esto será necesario un vehículo especial que cuente con un equipo que inyecte el agua a presión. Se cerrará al

tráfico el túnel para evitar que la calzada mojada ocasione accidentes.

Frecuencia: -Semestral

Personal: -1 chofer conductor del vehículo

- 2 personas encargadas de las labores de limpieza.

Horario: - Nocturno

Área: - 13,000 m2

Rendimiento: - 40 m2 /min.

Tiempo: - 325 min.

Tiempo (h): - 5.4 h

Herramientas: - Implemento de Protección

- Productos químicos

Equipo: -Tanque lavador con agua a presión

- **Aceras**

Justificación: Es necesario realizar la limpieza de las aceras, dado que en el interior de los túneles no se cuenta con

limpieza de la lluvia. Generalmente coincide la limpieza de los pavimentos con la de las aceras.

Descripción: El trabajo consiste en baldear las aceras, para esto será necesario un vehículo especial que cuente con un equipo que inyecte el agua a presión. Se cerrará al tráfico el túnel para evitar que la calzada mojada ocasione accidentes.

Frecuencia: -Trimestral a semestral (junto a limpieza de pavimentos)

Personal: -1 chofer conductor del vehículo

- 2 personas encargadas de las labores de limpieza.

Horario: - Nocturno

Área: - 2,400 m2 / min.

Rendimiento: - 40 m2 / min.

Tiempo: - 60 min.

Tiempo (h): - 1 h

Herramientas: - Implemento de Protección

- Productos químicos

Equipo: -Tanque lavador con agua a presión

- **Revestimiento del Túnel**

Justificación: Con el paso del tiempo y por la acumulación de los contaminantes producto de una atmósfera agresiva, el revestimiento va perdiendo su reflexividad, por lo que es necesario realizar una limpieza cada cierto tiempo.

Descripción: El tratamiento dependerá de las características del revestimiento, con o sin pintura. En el caso de contar con una capa de pintura, el trabajo estará supeditado a las características de la misma, y deberá solicitarse información al respecto al fabricante. En caso de trabajar directamente sobre el hormigón se aplicará chorro de agua a presión con desincrustantes. Para el caso específico del proyecto es conveniente que la limpieza se haga generalmente para el área pintada. La totalidad del revestimiento se limpiará anualmente, ya que utilizar agua para la limpieza, esta puede afectar a las canaletas y al cableado.

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 2 personas que realice la limpieza y se encargue del tanque lavador

Horario: - Nocturno

Área: - 13000 m2

Rendimiento: - 30 m2 / min.

Tiempo: - 433 min.

Herramientas: - Implemento de Protección, gafas, guantes

- Productos químicos

- escobas

Equipo: - Tanque lavador con agua a presión

- canastilla

- **Señalización Vertical**

Justificación: Es necesaria la limpieza de las señales verticales, para mantener su reflexividad ante el usuario y para evitar que se deterioren con velocidad.

Descripción: Se procederá a limpiar las señales verticales.

Frecuencia: - Trimestral

Personal:	- 1 trabajador
	- 1 ayudante
Horario:	- Diurno
Unidades:	- 114 uni.
Rendimiento:	- 1 uni. /10 min.
Tiempo:	-1,140 min
Tiempo (h):	- 19 horas
Herramientas:	- gafas de protección
	- trapo
	- guantes
	- productos químicos
Equipo:	- equipo de agua a presión

B) Sistema de Drenajes

- **Drenaje Túneles**

Justificación: Es necesaria la limpieza periódica del sistema de drenaje para evitar que la acumulación de basura y lodo provoque un colapso del mismo.

Descripción: Se coordinará con la empresa que opera el servicio de alcantarillado para que esta efectúe la limpieza en horarios predeterminados. Es conveniente efectuar una limpieza justo antes del periodo invernal. El personal encargado del mantenimiento de los túneles supervisará las actividades realizadas.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - Es necesario designar un personal par la supervisión de las actividades

Horario: - Nocturno

Unidades: - 162

Rendimiento: - 1 uni./ 5 min

Tiempo: - 810 min.

Tiempo (h): - 13.5 h

C) Sistema Transformación y Distribución de Energía

- **Centro De Distribución**

Justificación: Las áreas destinadas para la instalación de los equipos eléctricos, producto de las actividades de operación control, necesitan ser objeto de limpieza.

Descripción: Se realizará limpieza general de pisos e implementos de oficina así como las áreas exteriores.

Frecuencia: - Semanal

Personal: - 1 Técnico eléctrico que supervise las actividades de limpieza en interior

- Personal de Limpieza

Horario: - Diurno

Área: - 200 m2

Rendimiento: - 100 m2 /h

Tiempo (h): - 2h

Herramientas: - Implementos Generales de Limpieza

Equipo: - Aspiradora

- **Celdas B.T. (Tableros de Distribución)**

Justificación: Es conveniente asegurar la limpieza de todos los tableros, para evitar que la acumulación de polvo produzca algún desperfecto en los mismos.

Descripción: Se procederá a la limpieza de los tableros con compresor de aire, se deberán de tomar las medidas de seguridad necesarias, así como la utilización de los implementos respectivos. Se recomienda realizar la limpieza por secciones para evitar dejar el túnel sin servicio.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - Técnico eléctrico encargado del control de la Central.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 2 h.

Herramientas: - Compresor

- Solvente

- Elementos de seguridad

- **Transformadores**

Justificación: Es necesario realizar una limpieza anual interior del transformado para evitar que la acumulación de polvo ocasiones alteraciones en su funcionamiento.

Descripción: Se realizará limpieza por aspiración para evitar que el levantamiento de polvo afecte a otros equipos del Centro de Distribución.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 1 Técnico eléctrico que realice las actividades de limpieza

Horario: - Diurno

Unidades: - 1 unidad

Tiempo: - 60 min

Tiempo (h): - 1 h

Equipo: - Aspiradora

- **Grupo Electrógeno**

Justificación: Es necesario realizar ciertas actividades de limpieza para mantener las condiciones operativas del motor y evitar que la acumulación de polvos cause algún daño en las partes del grupo.

Descripción: Se procederá a limpiar el filtro de aire con aire comprimido seco del interior al exterior, así como la limpieza de la superficie de ingreso de aire en los radiadores para evitar la acumulación de suciedad. Se realizará una limpieza general del equipo, en especial al sistema de batería. El generador se limpiará exteriormente

Frecuencia: - Quincenal

Personal: - 1 trabajador que realice las actividades de limpieza mencionadas.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 30 min.

Herramientas: - Limpiador eléctrico

- Limpiador electrónico

- Aceite desoxidante

- Agua destilada

- Limpiador de bornes de batería

-Protector de bornes de batería

- Tela Toalla

- Brocha

- **Líneas De Distribución (Limpieza Interior)**

  Justificación: Es muy importante realizar una limpieza periódica de los cables al interior de las canaletas, para evitar la acumulación de polvo presente en la atmósfera del túnel.

  Descripción: El método de limpieza será por aspiración para evitar el levantamiento del polvo acumulado y pueda afectar a los demás equipos instalados en el túnel. La limpieza será interior deberá ser simultánea con la inspección. Se secará cualquier presencia o acumulación de agua para evitar daños futuros.

Frecuencia: - Semestral (Coincidente con la inspección)

Personal: - 2 Trabajadores para realizar el desmontaje de las tapas y la limpieza en forma coordinada

Horario: - Nocturno, de poco flujo vehicular

Cantidad: - 2 líneas de canales por 1260 m de longitud

Rendimiento: - 60 m / h

Tiempo: - 42 h

Herramientas: - Aspirador de polvos

- Herramienta general

Equipo: - Canastilla

- **Líneas De Distribución (Limpieza Exterior)**

Justificación: Es muy importante realizar una limpieza periódica de las canaletas, para evitar la acumulación de polvo presente en la atmósfera del túnel. Esta medida

previene la acumulación de polvo en el interior de las canaletas.

Descripción: El método de limpieza será por aspiración para evitar el levantamiento del polvo acumulado y pueda afectar a los demás equipos instalados en el túnel.

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 2 Trabajadores para realizar la limpieza de las tapas en forma coordinada

Horario: - Nocturno, de poco flujo vehicular

Cantidad: - 4 líneas de canales por 1260 m de longitud

Rendimiento: - 240 m / h

Tiempo: - 21 h

Herramientas: - Aspirador de polvos

Equipo: - Canastilla

D) Sistema de Iluminación

- **Luminarias en Túnel**

Justificación: Uno de los factores que reducen la iluminación son los pertenecientes a la categoría: pérdida de la iluminación por suciedad. Por tal razón es necesario realizar una limpieza periódica de las luminarias para mantener los niveles de luminancia originales y garantizar la seguridad de los usuarios.

Descripción: Se aplicará chorro de agua a presión para remover la suciedad adherida a la lámpara. Se prestará atención para no afectar a las aspas y motor de los ventiladores. Luego se realizará una limpieza manual de cada luminaria, que comprende la limpieza del reflector de aluminio, lámpara, vidrio y carcasa. Además se verificará la no presencia de agua que provoque el deterioro de la luminaria.

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 1 persona que realice la limpieza y se encargue del tanque lavador

- 1 persona que realice la limpieza interior de la luminaria, luego de aplicado el chorro de agua.

Horario: - Nocturno

Unidades: - 428

Rendimiento: - 1 uni. / 2 min.

Tiempo: - 856 min.

Tiempo (h): - 14 h

Herramientas: - Trapo

- Guantes

- Gafas

Equipo: -Tanque lavador con agua a presión

- Canastilla

- **Luminancímetro**

Justificación. El correcto funcionamiento de este equipo determina el encendido y apagado de las luminarias en el interior de los Túneles. Este se encuentra ubicado en las

aproximaciones de las bocas de ingreso de cada túnel y su correcto funcionamiento puede afectarse por diversas causas.

Descripción: Las labores de limpieza pueden coincidir con la inspección y constan principalmente de lo siguiente:

- Limpieza exterior del equipo
- Limpieza de carcasa protectora.
- Limpieza de ventanilla de enfoque

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 1 empleado que realice la limpieza

Horario: - Diurno

Unidades: - 2

Rendimiento: - 1 uni. /20 min.

Tiempo: - 40 min.

Herramientas: - Trapo
- Guantes
-Escalera

- **Luminarias Viales Externas**

  Justificación: Uno de los factores que reducen la iluminación son los definidos y agrupados en la categoría “pérdida de la iluminación por suciedad”. Por tal razón es necesario realizar una limpieza periódica de las luminarias para mantener los niveles de luminancia originales y garantizar la seguridad de los usuarios.

  Descripción: Se aplicará chorro de agua a presión para remover la suciedad adherida a la lámpara. Se prestará atención para no afectar a las aspas y motor de los ventiladores. Luego se realizará una limpieza manual de cada luminaria, que comprende la limpieza del reflector de aluminio, lámpara, vidrio y carcasa. Además se verificará la no presencia de agua que provoque el deterioro de la luminaria.

  Frecuencia: - Anual

  Personal: - 1 persona que realice la limpieza y se encargue del equipo de presión y el tanque lavador.

- 1 persona que realice la limpieza interior de la luminaria, luego de aplicado el chorro de agua.

Horario: - Nocturno

Cantidad: - 300 uni.

Rendimiento: - 1 uni. / 10 min.

Tiempo: - 3,000 min.

Tiempo (h): - 50 h

Herramientas: - Trapos, Brocha de 4 pulgadas, Químico para limpieza de vidrio repelente a la suciedad y al agua (contiene siliconas), Guantes.

Equipo: -Tanque lavador con agua a presión

- Canastilla

E) Sistema de Ventilación

- **Ventiladores**

Justificación: La acumulación de contaminantes provoca que el ventilador pierda sus condiciones de operación originales,

ocasiona un desequilibrio dinámico que eleva el consumo de corriente.

Descripción: Las superficies internas y externas del ventilador deben ser lavadas con agua a baja presión y aditivos no abrasivos. Los orificios de drenaje de los silenciadores deben mantenerse limpios para permitir que el agua drene. La aplicación directa de agua desde cualquier dirección hacia el motor y las aspas debe evitarse.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - 1 trabajador

- 1 ayudante

Horario: - Nocturno

Cantidad: - 14 uni.

Rendimiento: - 1 uni./ 20min.

Tiempo: - 280 min. 4,67 horas de trabajo efectivo.

Herramientas: -Compuestos no abrasivos.

- Químico de limpieza.

- Trapos

- Brocha de 2 y 4”, Baldes.

Equipo: - Canastilla

- **Detectores De CO**

Justificación: Es necesario realizar una limpieza a los equipos detectores de monóxido de carbono para mantener libres las entradas de aire ya que de estos depende el correcto funcionamiento del sistema de ventilación.

Descripción: Los trabajos de limpieza pueden coincidir con los de inspección y consisten principalmente de lo siguiente:

- Limpieza de entrada de aire a las bombas de aspiración

- Limpieza de filtros.

- Limpieza exterior de detector y carcasa.

Frecuencia: - Mensual

Personal: - Personal de mantenimiento tecnólogo eléctrico

Horario: - En horario de poco flujo

Cantidad: - 3 unidades

Rendimiento: - 1 uni./ 20 min.

Tiempo: - 60 min.

Herramientas: - Trapos

- Brocha de 2 y 4”

- guantes

- herramienta general

- **Detectores de Opacidad**

Justificación: Al igual que los detectores de CO, el de opacidad determina el funcionamiento sistema de ventilación, por lo tanto es necesario realizar una limpieza periódica de los mismos para que operen correctamente.

Descripción: La El trabajo consiste principalmente en una limpieza general del aparato y consta de las siguientes operaciones:

- Limpieza de célula fotoeléctrica

- Limpieza de equipo

- Limpieza exterior de equipo y carcasa.

Frecuencia: - Mensual

Personal: - Personal de mantenimiento con conocimientos en el tema, tecnólogo eléctrico.

Horario: - En horario de poco flujo

Cantidad: - 3 unidades

Rendimiento: - 1 uni./ 20 min.

Tiempo: - 60 min.

Herramientas: - Trapos, Brocha de 2 y 4", guantes, herramienta general

F) Sistema de Control

- **Circuito Cerrado de Televisión**

Justificación: La acumulación de contaminantes en los lentes provoca que las cámaras pierdan la nitidez con que reproducen las imágenes. Es necesario realizar una limpieza trimestral de las cámaras, monitores y equipos de control, para mantenerlas en condiciones óptimas. Se aprovecha este trabajo de limpieza para validar los ajustes

de los cables y componentes de las cámaras, así como el sistema de sujeción de la misma.

Descripción: La limpieza deberá ser hecha por personal especializado en equipos de esta naturaleza. Se deben limpiar los lentes, el cuerpo de la cámara y la carcasa que la contiene. Se debe revisar el sistema de sujeción, así como la correcta fijación de los cables de fuerza y de control a la cámara.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - Personal Técnico especializado en mantenimiento de equipos de computación y de seguridad electrónica.

Horario: - Diurno

Unidades: - 38 cámaras

Rendimiento: - 1 unidad / 20 minutos.

Tiempo: - 760 min. 12.67 horas de trabajo efectivo.

Herramientas: - Kit de herramientas electrónicas, trapos.

Equipo: - Escalera

- **Equipos de Computación**

Justificación: Para conseguir un óptimo desempeño de los equipos de computación es necesario realizar una limpieza periódica por personal calificado.

Descripción: Las principales actividades de limpieza de los equipos son las siguientes:

- Limpieza general: cubierta exterior, teclado, mouse y monitores con material antiestático.

- Limpieza de cabezales y de lectores de discos flexibles.

- Limpieza de partes internas: aspirado de polvo y partículas extrañas.

- Limpieza de filtros y ventiladores.

- Lubricación de partes mecánicas.

- Revisión de voltajes en Fuente de Alimentación de Poder.

- Limpieza interna y lubricación de teclados.

- En los equipos que tiene conectada una impresora, adicionalmente se realizará:

- Limpieza general de cubierta exterior

-Limpieza de rodillos de goma y/o cerámica.

-Limpieza de cabezales.

- Limpieza de partes internas: aspirado de polvo y partículas extrañas

- **Señalización a Mensaje Variable**

Justificación: Es necesario que los paneles de señalización a mensaje variable, se encuentren libres de suciedad para que puedan ser vistos con claridad por los conductores en todo momento.

Descripción: Este trabajo consiste principalmente en la limpieza exterior de los paneles y que será con chorro de agua.

Frecuencia: -Semestral

Personal: - El mismo personal para la inspección de las luminarias.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 60 minutos de trabajo efectivo.

Equipo: - Vehículo, equipo de presión, trapos, escalera.

4.6.3. Reemplazo

A) Sistema de Transformación y Distribución de Energía

- **Celdas B.T**

Justificación: En caso de falla en una de las partes componentes de los cuadros de distribución, es necesario realizar el reemplazo respectivo, ya que dichas partes alimentan a los equipos que se encuentran en los túneles, tales como luminarias, ventiladores, detectores, entre otros.

Descripción: Este trabajo consiste en el reemplazo de la pieza defectuosa, que puede ser un disyuntor electromagnético , relé, Amperímetro Digital, Voltímetro Digital, Transformador de Corriente, Interruptor Fusible.

Frecuencia: -A la falla

Personal: - Tecnólogo eléctrico encargado de la operación de la Central

Horario: - Diurno

Equipo: - Herramienta eléctrica

B) Sistema de Iluminación

- **Lámparas**

Justificación: Es necesario mantener la uniformidad en la iluminación, ya que esto asegura una correcta visión de los conductores en el interior del túnel. Hay que llevar un adecuado control del encendido de las lámparas para poder reemplazarlas en el menor tiempo posible.

Descripción: Si el informe de inspección revela la existencia de alguna lámpara quemada, lo primero que hay que hacer es identificar el tipo de lámpara para llevar la refacción adecuada. Si se considera necesario se realizará la sustitución inmediata, sino se esperará al turno de la noche. Se procederá a cerrar el túnel como medida de seguridad. Aprovechando este trabajo se chequeará el estado de la luminaria y se la limpiará internamente. Se considera que como máximo un 10% de las lámparas se quemarán

durante el primer año. Por tratarse de reemplazos en forma individual, se estima un rendimiento de un recambio por hora. Para efectos de elaborar el cronograma asignaremos dos horas / hombre semanal de recambio, durante 52 semanas en un año. Se debe considerar la necesidad de hacer cambios grupales cuando la vida útil de la lámpara sea tal que, resulte económicamente inconveniente hacer cambios individuales debido al porcentaje alto de defectuosos esperado en un lapso de tiempo corto.

Además se deberán realizar cambios de balastos e ignitores de las luminarias según su periodo de vida útil.

Frecuencia: - Cada vez que sea necesario

Personal: - 1 trabajador que realiza el cambio

- 1 operador de la canastilla

Horario: - Al momento de identificada la falla

Unidades: -42.8

Rendimiento: - 1 u / hora

Tiempo: - 42.8 horas

Herramientas: - Guantes

- Implementos para limpieza

Equipo: - Canastilla (para reemplazo grupales)

- escalera (para reemplazo individual)

C) Sistema de Ventilación

- **Detectores Opacidad**

Justificación: Debido a la atmósfera agresiva en que operan, es necesario un reemplazo de los filtros de los detectores de opacidad.

Descripción: El trabajo consiste en el reemplazo de los filtros de muestreo, este trabajo se puede hacer coincidir con la calibración que se realiza una vez al año.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 1 trabajador que realiza el reemplazo

Horario: - Nocturno, de poco flujo

Cantidad: - 3 uni.

Rendimiento: - 1 u / 15 min.

Tiempo: - 45 min.

Herramientas: - Guantes

- Herramienta general

4.6.4. Mantenimiento General Periódico

El Mantenimiento General Periódico es parte importante del cualquier Plan de Mantenimiento, aquí se incluyen actividades de limpieza, verificación, ajustes, reemplazos, pintado, etc. Este tipo de mantenimiento generalmente se realiza con periodicidad anual. A continuación se describen las actividades de Mantenimiento General para los Sistemas de los Túneles:

A) Sistema Vial

- **Pavimentos**

Justificación: Los pavimentos se deterioran por las cargas que soportan debido al paso de los vehículos. Por lo tanto es necesario un plan general de reparaciones de fisuras o grietas que se presenten con el paso del tiempo.

Descripción: Luego de realizada la inspección, se analizarán los pavimentos que requieren reparación y el tipo de mantenimiento necesario. Luego de realizada la

reparación no se permitirá el tránsito por el área reparada por 1 día. El trabajo puede consistir en resane de las partes afectadas o inyección de lechada, previo picado de las fisuras. Se estima que un 1 % del área total de pavimentos tiene que se reparada

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 obreros

Horario: - Poco flujo vehicular

Área: - 575 m2

Rendimiento: - 1 m2/ 15min.

Tiempo: - 8,625 min.

Tiempo (h): - 143.75 h

Herramientas: -espátulas, combos, cinceles, puntas, etc.

Equipo: -el necesario de acuerdo a los materiales a usarse.

- **Revestimiento Del Túnel**

Justificación: El revestimiento de hormigón se deteriora por las cargas que soporta debido al empuje de la roca, por la

presencia de agua. Por lo tanto es necesario un plan general de reparaciones de fisuras o grietas que se presenten con el paso del tiempo, y de encauzamiento de la filtraciones, y evitar caigan en la calzada.

Descripción: Luego de realizada la inspección respectiva, se analizarán las áreas más afectadas y el mantenimiento necesario. Se realizarán tomas fotográficas y se analizarán los datos de auscultación (extensómetros, inclinómetros, nivelación de superficie) para verificar alguna variación. Se realizará una consulta a la Fiscalización y la reparación se realizará, de ser el caso, sobre la base de las recomendaciones de esta.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 trabajadores maestros

Horario: - Poco flujo vehicular

Área: - 150 m2

Rendimiento: - 1 m2 / 10 min.

Tiempo: - 1,500 min.

Tiempo (h): - 25 horas de trabajo efectivo.

Herramientas: -espátulas, combos, cinceles, puntas, etc.

Equipo: -el necesario de acuerdo a los materiales a usarse.

- **Pintura del Revestimiento**

Justificación: La pintura aplicada en las partes laterales del revestimiento, por efecto de la limpieza de la que es objeto, va perdiendo su funcionalidad. Por lo tanto es necesario repintar, para recuperar la reflexividad en el interior del túnel.

Descripción: Se procederá a retirar toda la capa de pintura antigua adherida al hormigón. Luego se realizará una limpieza del hormigón para aplicar la pintura sobre una superficie libre de partículas. Luego se procederá a aplicar una capa de imprimante y por último dos capas de pintura, preferentemente de características epóxicas.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 1 maestro pintor, dos trabajadores ayudantes

Horario: - Poco flujo vehicular

Área: - 13,000 m2

Rendimiento: - 3 m2 / min.

Tiempo: - 4,333 min

Tiempo(horas): - 72 horas

Herramientas: - rodillos, guantes, lijas, cinta, cepillo de metal.

Equipo: - andamios, bomba de agua, equipo abrasivo para limpiar superficie a pintar.

- **Marcas Viales**

Justificación: Las marcas viales van perdiendo su funcionalidad con el tiempo, ya que por el paso de los vehículos y el clima, pierden su reflexividad. Por tal razón se necesita programar una vez al año el repintado de todas las señales viales.

Descripción: Se procederá a realizar el repintado de todas las señales existentes. Será necesario señalizar bien la vía para evitar accidentes durante los trabajos. En el interior del túnel se cerrarán al tránsito los carriles que sean necesarios para mantener la seguridad de los trabajadores. Se tienen

tres tipos de unidades de medición para las marcas viales y son: metros lineales (ml) para las líneas, metros cuadrados m(2) para las letras y estriadas, unidades (u) para las flechas

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 trabajadores pintores

Horario: - Poco flujo vehicular

Cantidades: -35,215 ml

-5,204 m2

-577 un.

Rendimiento: - 5 m/min

- 3m2/min

- 2 min/un.

Tiempo: - 7043 min

- 1734 min

- 1144 min

Tiempo(horas): - 165 h

Herramientas: - Guantes

- Brochas

- Mascarillas

-Cinta

Equipo: - Compresor para pintar

- **Señalización Vertical**

Justificación: Por acción del ambiente, los pernos y partes de las señales verticales se van oxidando con el tiempo, perdiendo su reflexividad y la pintura.

Descripción: Se procederá a realizar el repintado de todas las señales existentes, así como un tratamiento para evitar la oxidación y deterioro de las mismas. Será necesario señalizar bien la vía para evitar accidentes durante los trabajos. En el caso de los pórticos se utilizarán todas las medidas de seguridad para trabajo en altura.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 trabajadores pintores

Horario: - Poco flujo vehicular

Cantidad: - 102 unidades

Rendimiento: - 1 uni/30 min

Tiempo: -51 horas

Herramientas: - Guantes

- Soplete

- Brochas

- Mascarillas

-Cinta

Equipo: - Compresor para pintar

B) Sistema de Transformación y Distribución de Energía

- **Centro De Distribución**

Justificación: Se recomienda realizar un mantenimiento periódico anual de las áreas y oficinas que contienen los equipos de transformación y distribución de energía, con el fin de conservar el sitio y dar una buena imagen .

Descripción: El mantenimiento consiste en lo siguiente:

- Limpieza general del sitio.

- Limpieza de canaletas con cables

- Pintado de paredes

Frecuencia: - Anual

Personal: - Personal especializado en limpieza de este tipo de instalaciones

Horario: - Diurno

Tiempo: - 240 min.

Herramientas: - Eléctrica

- **Celdas M.T.**

Justificación: Se recomienda realizar un mantenimiento periódico de los componentes interiores de las celdas para conservar en óptimo estado el equipo.

Descripción: Para la ejecución del mantenimiento se deben seguir los siguientes pasos:

- Desconexión de energía eléctrica, en coordinación con responsables de los equipos previa desconexión de la carga.

- Desconexión de la celda de alta tensión.

- Maniobra de puesta a tierra de los terminales.
- Retiro de fusibles.
- Limpieza general.
- Limpieza de mecanismos.
- Lubricación de partes y piezas móviles.
- Pruebas de funcionamiento / calibración y/o reparación de mecanismos defectuosos.
- Ajuste de conexiones y sistema de puesta a tierra.
- Meggar sub-acometida, reforzar aislamiento en caso de ser necesario.
- Colocación fusibles limpios.
- Cierre de celdas de alta.
- Verificar correcto funcionamiento.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Técnico eléctrico encargado del control de la Central.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 15 min.

Herramientas: - Eléctrica

- **Celdas B.T. (Tableros de Distribución)**

Justificación: Es recomendable efectuar un mantenimiento periódico de los tableros de distribución, para asegurar su operatividad.

Descripción: Los trabajos a efectuar son los siguientes:

- Ajuste a las zapatas de cada uno de los interruptores

- Aseguramiento del buen funcionamiento de las protecciones en caso de fallas a tierra o sobrecorriente.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Técnico eléctrico encargado del control de la Central.

Horario: - Diurno

Tiempo: - 8 h.

Herramientas: - Torquímetro

- Multiamp Tester

-Elementos de seguridad

- **Transformadores**

Justificación: El proceso de revisión del transformador es necesario para asegurar el correcto funcionamiento del mismo y el suministro de energía al proyecto

Descripción: El trabajo deberá ser realizado por un técnico especializado. Se verificará el correcto apriete de los pernos de conexión con una llave mecánica. Además se removerá el exceso de polvo del equipo con una aspiradora o chorro de aire comprimido. También se deberán realizar las pruebas eléctricas necesarias. A continuación se detallan las actividades de las que consiste el mantenimiento general de transformadores:

- Desconexión de energía eléctrica, en coordinación con responsables de los equipos previa desconexión de la carga.

- Aterrizar los terminales al transformador para seguridad de la operación, limpieza del cuarto de transformadores, limpieza de acometidas y de los transformadores.

- Verificar que todas las partes, bushing de alta y baja se encuentren en buen estado y completos.

- Desconexión de las acometidas para la medición de los aislamientos de las bobinas, utilizando un megger de 1 KV.

- Ajuste de los terminales interiores del transformador

- Reconexión de las acometidas y ajuste de conexiones exteriores, grilletes, incluyendo el sistema de puesta a tierra. Encintado de los terminales de alta tensión.

- Energizado en vacío y medición de la corriente de magnetización de los transformadores. Comprobación del rango de voltaje suministrado por los transformadores.

- Entrega de informe técnico con mediciones efectuadas, evaluación del estado actual de los transformadores y observaciones encontradas.

- Mediciones realizadas en sitio:

  Aislamiento en los devanados:

  Primario – secundario:_____ mega ohm

  Primario – tierra: _____ mega ohm

  Secundario – tierra:_____ mega ohm

  Corriente magnetización:_____ amperios

Frecuencia: -Semestral o Anual

Personal: -1 técnico especializado que realice las pruebas eléctricas, remover el polvo y verificar el apriete de los pernos.

Horario: -Diurno

Tiempo: - 120 min.

Herramientas: -Llave de tuercas

-Aspiradora o compresor de aire

-equipo eléctrico necesario para pruebas

- **Grupo Electrógeno**

Justificación: Además de las actividades de inspección y limpieza deberá hacerse un mantenimiento general periódico para mantener el grupo en óptimas condiciones.

Descripción: Las principales actividades a realizar son:

- Sustitución de filtro de aceite

- Sustitución aceite en la copa

- Sustitución filtro de diesel

- Purgar tanque de diesel

- Cambio de refrigerante

-Limpieza de filtro de vaso

- Tensionamiento de correas de transmisión

- Chequeo de soportes de sist. de escape

- Limpieza de rotor y estator

- Revisión de rodamientos

- Limpieza de excitador

- Limpieza de regulador de voltaje

- Megada de bobinas

- Ajuste de cables y conexiones.

- Chequeo de sistemas complementarios

Frecuencia: - Semestral a Anual

Personal: - 2 técnico especializado en este tipo actividades

Horario: - Diurno

Tiempo: - 120 min.

Herramientas: - Ohmiómetro

- Limpiador eléctrico

- Limpiador electrónico

- Aceite desoxidante

- Agua destilada

- Limpiador de bornes de batería

-Protector de bornes de batería

- Tela Toalla

- Brocha

- Herramienta General

- **Equipos De Continuidad**

Justificación: Es muy importante realizar un mantenimiento general periódico de los UPS's, dada sus condiciones de equipo de seguridad

Descripción: Se requiere apagar el equipo para realizar el mantenimiento general el cual consiste en:

- Revisión y limpieza interna de los equipos,
- Ajuste de contactos
- Calibraciones.
- Chequeo de baterías.
- Medición de parámetros.
- Pruebas de funcionamiento

Frecuencia: - Trimestral

Personal: - 2 técnicos especializados en este tipo actividades

Horario: - Diurno

Tiempo: - 120 min.

Herramientas: - Herramienta electrónica

C) Sistema de Iluminación

- **Luminarias**

Justificación: Además de la fundición de la lámpara otra posibilidad de fallo es un desperfecto en la luminaria. Por tal razón, y en función de las horas de operación, es necesario

realizar un mantenimiento periódico del sistema eléctrico de las luminarias

Descripción: Se deberán verificar que las conexiones estén en condiciones normales. En ciertos casos se deberá desmontar la luminaria para repararla en taller. Además se realizará una prueba de intensidad luminosa con un luxómetro.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Un Técnico electricista que realice el chequeo y el desmontaje o reparación según sea el caso.

- 1 ayudante técnico

Horario: - Nocturno

Unidades: - 428

Rendimiento: - 1 uni./ 5 min.

Tiempo: - 2140 min.

Tiempo(horas): - 71 h

Herramientas: - Llave de tuerca

- Guantes

- Equipos eléctricos para prueba

- luxómetro

Equipo: - Canastilla

- **Luminancímetro**

Justificación. Este tipo de equipos con el paso del tiempo se suelen descalibrar, esto puede incidir en un incremento en el consumo de energía.

Descripción: Se debe realizar una calibración del equipo, por personal especializado. Es necesario un equipo especial de calibración que es suministrado por el fabricante.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Un Técnico electricista que realice el chequeo y el desmontaje o reparación según sea el caso.

Horario: - Diurno

Unidades: - 2

Rendimiento: - 1 uni. / 30 min.

Tiempo: - 60 min.

Tiempo(horas): - 1 h

Herramientas: - Guantes

- Equipos eléctricos para prueba

Equipo: - Unidad especial de calibración

D) Sistema de Ventilación

- **Ventiladores**

Justificación: La revisión periódica se debe realizar en los ventiladores para comprobar su correcto funcionamiento. Esta revisión es más completa que la inspección y su finalidad es la de devolver las condiciones operativas iniciales al ventilador.

Descripción: Se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobar los niveles de vibración del ventilador en operación

- Chequear torque y ajuste de pernos de anclaje armazón-ventilador y elementos de sujeción del ensamblaje.

	- Verificar el consumo de fases de las placas y medir la puesta a tierra.
	- Medir las RPM del motor.
Frecuencia:	- Semestral a Anual
Personal :	- 1 técnico electromecánico
	- 1 operador de la canastilla
Horario:	- Preferentemente diurno
Unidades:	- 14
Rendimiento:	- 1uni. / 40min.
Tiempo:	- 560 min
Tiempo(horas):	- 10 h
Herramientas:	- Torquímetro
	- Medidor de vibraciones
	- Multímetro
Equipo:	- Canastilla

- **Detectores De CO**

Justificación. Este tipo de equipos con el paso del tiempo se suelen descalibrar, esto puede provocar una deficiencia en el control del sistema de ventilación ya que el encendido de los ventiladores está determinado por estos detectores

Descripción: Se debe realizar una calibración del equipo, por personal especializado o capacitado. Es necesario un equipo especial de calibración que es suministrado por el fabricante.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Un Técnico electricista que realice el chequeo y el desmontaje o reparación según sea el caso.

Horario: - Diurno

Cantidad: - 3 uni.

Rendimiento: - 1 uni. / 30 min.

Tiempo: - 90 min.

Tiempo(horas): - 1.5 h

Herramientas: - Guantes

- Equipos eléctricos para prueba

Equipo: - Unidad especial de calibración

- **Detectores de Opacidad**

Justificación. Este tipo de equipos con el paso del tiempo se suelen descalibrar, esto puede provocar una deficiencia en el control del sistema de ventilación ya que el encendido de los ventiladores está determinado por estos detectores

Descripción: Se debe realizar una calibración del equipo, por personal especializado o capacitado. Es necesario un equipo especial de calibración que es suministrado por el fabricante. Además se procederá a cambiar el filtro del equipo.

Frecuencia: - Anual

Personal: - Un Técnico electricista que realice el chequeo y el desmontaje o reparación según sea el caso.

Horario: - Diurno

Unidades: - 3

Rendimiento: - 1 uni. / 30 min.

Tiempo: - 90 min.

Tiempo(horas): - 1.5 h

Herramientas: - Guantes

- Equipos eléctricos para prueba

Equipo: - Unidad especial de calibración

E) Sistema de Control

- **CCTV**

Justificación: Es necesario realizar un mantenimiento periódico anual de los equipos de CCTV debido a que estos son vitales en la operación y control de los Túneles.

Descripción: El trabajo consiste principalmente en la verificación de conexiones y limpieza de equipos que conforman el sistema.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 técnicos especializados para realizar las labores indicadas

Horario: - diurno.

Tiempo(horas): - 6 h

Herramientas: - Herramienta general

- Implementos de limpieza

Equipo: - Equipo de pruebas eléctricas

- **Señalización Mensaje Variable**

Justificación: Es necesario realizar un mantenimiento periódico semestral de los pórticos de señal a mensaje variable, para garantizar su correcto funcionamiento y correcta identificación por parte del usuario.

Descripción: El trabajo consiste principalmente en la verificación de cableado interior y conectores, así como la verificación de la hermeticidad de los dispositivos de cierre. Las labores incluyen limpieza del cristal delantero y la sustitución de las placas que presenten el LED fundido.

Frecuencia: - Semestral

Personal: - 2 técnicos especializados para realizar las labores indicadas

Horario: - diurno, poco flujo.

Unidades: -2

Rendimiento: - 1 unidad / 200min.

Tiempo: - 400 min.

Tiempo(horas): - 7 h

Herramientas: - Herramienta general

Equipo: - Equipo de pruebas eléctricas

- **Central De Control**

Justificación: Será necesario realizar el mantenimiento de todos los equipos, programas e instalaciones que forman parte de la Central de Control.

Descripción: Se realizará el mantenimiento periódico de los siguientes elementos: hardware, software, panel sinóptico, cables de potencia y comunicaciones, telefonía y mueblería en general.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 técnicos. Personal técnico calificado.

Horario: - Diurno

Tiempo: -48 h

- **Equipos de Computación**

Justificación: Será necesario realizar el mantenimiento de todos los equipos, programas e instalaciones que forman parte de la Central de Control.

Producto de la dependencia cada vez mayor en los Sistemas de Información, es fundamental mantener todos los equipos de computación, en buenas condiciones de trabajo, realizando un programa de mantenimiento preventivo, a fin de evitar problemas muy costosos por una parte y preservar la inversión realizada en la compra los equipos e incrementando a la vez, el nivel aprovechamiento útil de los mismos.

Descripción: Se realizará el mantenimiento periódico de los siguientes elementos: hardware, software, panel sinóptico, cables de potencia y comunicaciones, telefonía y mueblería en general. Los trabajos consistirán principalmente en lo siguiente:

Mantenimiento Preventivo (Hardware y Software), que abarca:

Diagnóstico del funcionamiento de Sistema Operativo.

Implementación de Procesos de Rutina para corregir y depurar automáticamente problemas del Sistema Operativo (Manejo de archivos temporales, mensajes de alerta sobre lost clusters, entornos shell, etc).

Optimización de disco duro (para evitar fragmentación).

Instalación y configuración de Protectores de Virus (sólo preventivo).

Revisión y calibrado de circuitos internos.

Revisión y calibrado de partes mecánicas.

Reparación de cualquier problema de funcionamiento relacionado con Hardware sin reposición de partes o repuestos.

Revisión y calibrado de monitor.

Asistencia para solucionar problemas técnicos.

Limpieza de virus y actualización de Anti-Virus.

Reinstalación de Sistema Operativo (cuando fuese necesario).

Recuperación de Datos Perdidos (cuando sea posible hacerlo).

Recojo y devolución de equipos a las instalaciones del Cliente.

Mantenimiento y Servicio a Redes (cuando sea el caso):

Niveles de Acceso

Definición de nuevos Usuarios y Mantenimiento de los existentes

Reconfiguración de Parámetros

Verificación del correcto funcionamiento de Servidor y Terminales

Actualización de Drivers y versiones de programas multiusuario.

Frecuencia: - Anual

Personal: - 2 técnicos. Personal técnico calificado.

Horario: - Diurno

Tiempo: -48 h

4.7. Procedimientos de Actuación ante Incidencias

4.7.1. Planes de Contingencias

Las actividades de Operación y Control consisten principalmente en el seguimiento de los eventos que se suscitan dentro de los túneles y en las zonas exteriores de influencia, que altera las condiciones normales en cuanto a seguridad del usuario y/o estado de las instalaciones. Dichos incidentes podrán ser detectados en forma automática a través de la gestión y control de parámetros funcionales (eléctricos, nivel de CO, opacidad, luminancia, CCTV, etc.), o bien directamente por el personal responsable de la operación y supervisión o bien por los usuarios. Luego de la detección de las incidencias, deberá ser prevista un tipo de actuación concreta, simplificada, esquematizada y jerarquizada.

Dichas actuaciones están compuestas por procesos automáticos que realiza el sistema de supervisión y control sin intervención alguna del personal y otros procesos manuales que por sus características deben basarse en estrictos procedimientos preestablecidos y ejecutados por el supervisor u operador encargado. Dichos procedimientos de actuación están

destinados a mantener en todo momento la seguridad de los conductores y la conservación de las instalaciones.

A continuación se enlistan las posibles incidencias que pueden suceder durante la operación de los Túneles:

INCENDIO, ACCIDENTES DE TRÁNSITO, AVERÍA O PARADA DE VEHÍCULO EN LA VÍA EXTERIOR O INTERIOR DEL TÚNEL, CIRCULACIÓN LENTA O RETENCIÓN DE VEHÍCULOS, CIRCULACIÓN EN SENTIDO CONTRARIO, OBSTÁCULOS PRESENTES EN EL INTERIOR DE LA VÍA DEL TÚNEL, FALLO EN LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN INTERIOR O EXTERIOR, FALLA PARCIAL O TOTAL EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN, FALLO EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LA RED PÚBLICA Y NO OPERACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO DE RESPALDO, DISMINUCIÓN DE LA VISIBILIDAD NECESARIA, AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO, CIRCULACIÓN DE PERSONAS DENTRO DEL TÚNEL, TRÁNSITO DE ANIMALES, ACTOS VANDÁLICOS O ROBO, DESPRENDIMIENTO DENTRO DEL TÚNEL Y FALLO EN LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Para tal efecto se ha diseñado una matriz de análisis de incidencias que se encuentra en los cuadros del Anexo 9 de la presente tesis y contiene lo siguiente:

- Tipo de incidencia
- Medio de Detección
- Efecto que provocó la incidencia
- Impacto inmediato que produce
- Riesgo que se corre
- Actuación necesaria de mitigación de la incidencia

A continuación de detallan los procedimientos de actuación ante las incidencias:

Incendio

- Realizar comprobación visual por el Sistema CCTV.
- Cerrar acceso al túnel.
- En caso de que la velocidad del aire en el interior del túnel sea casi cero, es necesario accionar un par de ventiladores para evacuar los humos y evitar que estos retrocedan hacia el

lado del túnel en donde se encuentran retenidos los vehículos.

- Detener tráfico dentro del túnel
- Encender todos los niveles de iluminación
- Avisar equipo de conservación del Túnel.
- Avisar al Cuerpo de Bomberos
- Avisar a Defensa Civil
- Evacuar Personas dentro del Túnel que se encuentren atrapadas, en sentido contrario al del tráfico.
- Una vez sofocado el incendio, proceder a la evacuación y limpieza del Túnel
- Proceder a ejecutar reparaciones necesarias
- Dar acceso al Túnel.

Accidente

- Realizar comprobación visual por el Sistema CCTV.

- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad del resto de conductores este comprometida.
- Avisar Equipo de Mantenimiento de Túneles
- Avisar a Comisión de Tránsito del Guayas
- Avisar Defensa Civil.
- Avisar Cuerpo de Bomberos en caso de posibilidad de incendio
- Una vez que haya cesado el percance y retirado los vehículos de la vía, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.

Avería o Parada de vehículo en la vía

- Realizar comprobación visual por el Sistema CCTV.
- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad del resto de conductores este comprometida.
- Avisar Equipo de Mantenimiento de Túneles
- Avisar CTG para que procedan al retiro del vehículo

- Una vez que haya cesado el percance, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.

Circulación Lenta o Retención de Vehículos

- Realizar comprobación visual por el Sistema CCTV.
- Desviar el tráfico hacia el túnel de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable.
- Accionar ventiladores
- Una vez que haya cesado la causa que origino esta incidencia, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.

Circulación en sentido contrario

- Realizar comprobación visual por el Sistema CCTV.
- Desviar el tráfico por medio de los paneles de señalización a mensaje variable.
- Avisar al Equipo de Túneles para detener al infractor
- Avisar a CTG para toma de medidas pertinentes.
- Una vez solucionado el problema dar ingreso al Túnel.

Obstáculo en Túnel

- Realizar comprobación visual por el Sistema de CCTV.
- Si el obstáculo pone en serio riesgo la seguridad de los conductores, desviar el tránsito por medio de la señalización.
- Avisar al Equipo de Túneles para proceder a retirar el mencionado obstáculo.
- Una vez solucionado el problema dar ingreso al Túnel.

Fallo en Niveles de Iluminación

- Realizar comprobación por medio del Sistema de supervisión eléctrico y por CCTV.
- De ser necesario desviar el tránsito por medio de la señalización.
- Avisar al Equipo de Mantenimiento de Túneles para determinar la causa del fallo.
- Verificar el suministro eléctrico.
- Revisión de encendido de lámparas, verificación funcionamiento de luminancímetro.

Fallo en Sistema de Ventilación

- Realizar comprobación por medio de Sistema de Supervisión eléctrico.
- Comprobar que detectores de CO y Opacidad funcionen correctamente.
- En caso que niveles de contaminantes sea elevado, desviar el tráfico de vehículos por medio de señalización.
- Dar aviso al Equipo de mantenimiento de Túneles.
- Una vez reparado el desperfecto dar acceso al Túnel.

Fallo en Sistema Eléctrico

- Realizar comprobación por medio del Sistema de Supervisión Eléctrico.
- Poner en funcionamiento Sistema de Emergencia y Continuidad.
- Avisar a Equipo de Mantenimiento de Túneles para identificar naturaleza del desperfecto.
- Dar solución al problema de ser posible con el personal Técnico Eléctrico disponible.

- Si es fallo en el suministro de la Red Pública avisar a EMELEC.

Disminución de visibilidad

- Realizar comprobación por medio de los detectores
- Encendido automático/manual de ventiladores según los niveles de humo.
- Desvío de tránsito en situaciones con altos niveles de humo
- Apagar ventiladores y/o dar ingreso al túnel una vez que se restituyen las condiciones normales de operación.

Aumento concentración CO (monóxido de carbono)

- Realizar comprobación por medio del sistema de detección
- Encendido automático/manual de ventiladores según los niveles de CO.
- Desvío de tránsito en situaciones con altos niveles de CO
- Apagar ventiladores y/o dar ingreso al túnel una vez que se restituyen las condiciones normales de operación.

Circulación de personas

- Realizar comprobación por medio del sistema de detección
- Avisar al Equipo de Túneles para proceder al desalojo de los infractores

Tránsito de animales

- Realizar comprobación por medio del sistema CCTV
- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad de los conductores este comprometida
- Avisar al Equipo de Túneles para proceder a desalojar al animal.
- Una vez que se haya solucionado el problema, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.

Actos vandálicos o robos

- Realizar comprobación por medio del sistema de CCTV
- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad de los conductores este comprometida

- Avisar al Equipo de Seguridad de Túneles
- Avisar a la Policía Nacional
- Una vez que haya cesado el percance, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.
- De ser el caso, avisar al Equipo de Mantenimiento de Túneles para proceder a la reparación de los daños o reposición de instalaciones.

Desprendimiento dentro del Túnel

- Realizar comprobación por medio del sistema de CCTV
- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad de los conductores este comprometida
- Avisar al Equipo de Mantenimiento de Túneles para proceder a verificar los datos de la instrumentación instalada durante el periodo de construcción.
- Proceder a evacuación de los caídos y reparaciones necesarias.

- Acudir al sitio con personal experto analizar los datos de auscultación y elaborar metodología de reparación.

- Dar acceso al túnel de ser el caso.

Fallo Sistema de Control

- Realizar comprobación por medio del sistema de CCTV

- Desviar el tráfico de considerarlo necesario por medio de los paneles de señalización a mensaje variable en caso que la seguridad de los conductores este comprometida

- Avisar al Equipo de Seguridad de Túneles

- De ser el caso, avisar al Equipo de Mantenimiento de Túneles para proceder a la detección de la falla y reparación de la misma.

- Una vez que haya cesado el percance, cambiar paneles para permitir nuevamente el tránsito.

EQUIPO DE SEGURIDAD

Deberá contarse además con un equipo de seguridad las 24 horas para actuar ante ciertas incidencias, deberá estar conformado personal capacitado y dotado de equipos necesario

para su operación, tales como equipos de telecomunicación (radios, teléfonos) necesarios para establecer un contacto rápido con las autoridades pertinentes según el caso (bomberos, policía, CTG, Defensa Civil), vehículo, armas y vestimenta adecuada.

4.8. Diseño del Cronograma de Mantenimiento y Plan General de Mantenimiento Preventivo Programado

El Plan de Mantenimiento para la Infraestructura e Instalaciones Técnicas de los Túneles se resume en el Anexo 10, en donde se incluye además un cronograma tentativo para la ejecución de los trabajos de manutención anteriormente detallados.

4.9. Recomendaciones de la Estructura idónea a aplicar

Del estudio presentado hasta este capítulo, donde se ha realizado una descripción e inventario de los sistemas que componen el proyecto de los Túneles y definido las actividades de mantenimiento de cada sistema, se desprende que el Plan de Mantenimiento elaborado es parte de un conjunto de actividades adicionales necesarias para la Operación y funcionamiento Permanente de los Túneles. Las funciones principales de los equipos y medios de explotación de túneles son las siguientes:

- Controlar la circulación

- Realizar el mantenimiento programado de las Instalaciones y Obra Civil en general

- Actuar en caso de emergencia comprobada

Por lo tanto, además de necesitar de una estructura de personal definida para las actividades de mantenimiento (sea interno o externo), se deberá contar con un personal encargado de la Operación y Control de los Túneles y del Sistema de Comunicaciones interconectado con las Entidades de Auxilio respectivas (Bomberos, Defensa Civil, Paramédicos, Cruz Roja, Policía, Comisión de Tránsito del Guayas, entre otros) para actuar en casos de emergencias. Este personal además tendrá asignadas entre sus funciones la de coordinar y fiscalizar las actividades de mantenimiento a realizar.

La Estructura de Mantenimiento necesaria, deberá ser la que mejor se ajuste a las condiciones de oepratividad y políticas establecidas por la M.I. Municipalidad de Guayaquil. Existen dos opciones: la primera considerada como una estructura con recursos propios; estructura la cual deberá contar con personal calificado en las áreas eléctrica, mecánica, civil y administrativa para la ejecución de los trabajos de manutención definidos y necesarios para garantizar la operatividad permanente de los túneles; la segunda, una estructura con recursos externos (tercerización) en la cual se necesitará exclusivamente un

personal fiscalizador de las actividades ejecutadas por subcontratistas externos.

4.9.1. Con Recursos Propios

A continuación se exponen los requerimientos de personal técnico y administrativo, así como la estructura organizacional para la implementación del tipo de Estructura de Mantenimiento con recursos propios. Aquí se ha incluido además el personal necesario para la operación y control de los Túneles.

La aplicación de este tipo de estructura implicaría para la M.I. Municipalidad, la contratación de personal nuevo, la adquisición de equipos y la implementación de un sistema administrativo para el control y ejecución de todas las actividades de mantenimiento por cuenta propia.

Esto implicaría un alza considerable en el presupuesto que se destina para personal municipal e iría en contra de las políticas del Alcalde, caracterizadas por el control del gasto y la contratación del recurso humano estrictamente indispensable.

4.9.1.1. Requerimientos de Personal Técnico y Administrativo

Ingeniero de Explotación en Túneles

Jefe Inmediato: -Director de Obras Públicas

Función Básica: - Administrar el Departamento de Explotación de Túneles

Requisitos Básicos:

1. Título de Ingeniero en Geología y Minas o Ingeniero Civil o Ingeniero Industrial
2. Experiencia de 5 años
3. Preferentemente que haya participado en el proceso constructivo de un túnel.

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Mantener permanentemente informado al Director de Obras Públicas, y al Alcalde cuando lo requiera, de todas las actividades en el proceso de administración de los Túneles en general.

2. Mantener contacto con los proveedores del equipamiento complementario que se encuentra instalado en los Túneles de Guayaquil.

3. Seleccionar y dirigir la instalación de los controles adecuados necesarios para asegurar los costos mínimos y garantizar la operación permanente de los túneles, reduciendo al máximo la ocurrencia de paradas forzadas.

4. Promover y aprobar todos los programas de capacitación del personal a su cargo.

5. Interpretar todas las políticas administrativas relacionadas con la organización para promover relaciones obrero-patronales estables.

6. Mantener contacto activo con las operaciones y la administración, en relación con las funciones del departamento de Explotación de los Túneles y sus relaciones con otros departamentos.

7. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Jefe de Cuadrilla Mantenimiento

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Le reportan: Ayudante eléctrico

Ayudante electromecánico

Función Básica: Responsable de la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo de inspección y limpieza.

Requisitos Básicos:

1. Título Técnico electromecánico con conocimientos en electrónica
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Supervisar y dirigir las actividades de mantenimiento en conjunto con los ayudantes eléctrico y electromecánico.
2. Cumple con las actividades establecidas en el cronograma de trabajo.
3. Las principales actividades a ejecutar son: inspección, limpieza y mantenimiento periódico de pavimentos, aceras,

revestimiento de hormigón, marcas viales, señalización horizontal, luminarias, ventiladores, cámaras de TV.

4. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Jefe de Central de Control

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Función Básica: Es responsable del correcto funcionamiento de la Central de Control.

Requisitos Básicos:

1. Título Tecnólogo en Informática
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Supervisa las actividades realizadas por los operadores de la central.
2. Planificar y controlar todas las actuaciones ante las incidencias producidas en los Túneles.

3. Informa al Ingeniero de Explotación de Túneles sobre las necesidades de mantenimiento ante eventuales incidencias.
4. Verificar el correcto funcionamiento del Sistema.
5. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Asesor de División eléctrica

Jefe Inmediato: Director de Obras Públicas

Función Básica: Responsable del correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Requisitos Básicos:

1. Título Ingeniero Eléctrico
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Asesoría y supervisión en las actividades de mantenimiento eléctrico de las instalaciones.
2. Informa al Ingeniero de Explotación de Túneles sobre las actividades realizadas.

3. Realiza las actividades de mantenimiento periódico de los Sistemas de Ventilación, Iluminación, CCTV.

4. Se responsabiliza por el mantenimiento de la Central de Distribución de Energía, para asegurar el permanente suministro eléctrico a los Túneles.

5. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Ayudante eléctrico (Oficial)

Jefe Inmediato: Jefe de Cuadrilla de mantenimiento

Función Básica: Ejecutar actividades de mantenimiento eléctrico de las instalaciones.

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller Técnico en Electricidad

2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Ayuda y/o ejecuta las actividades de mantenimiento exclusivamente en el área eléctrica.

2. Responsable del cuidado de los equipos y herramientas para el mantenimiento eléctrico.

3. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Ayudante electromecánico (Oficial)

Jefe Inmediato: Jefe de Cuadrilla de mantenimiento

Función Básica: Ejecutar actividades de mantenimiento electromecánico de las instalaciones.

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller Técnico en Electromecánica

2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Ayuda y/o ejecuta las actividades de mantenimiento exclusivamente en el área electromecánica.

2. Responsable del cuidado de los equipos y herramientas para el mantenimiento electromecánico.

3. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Empleados de Servicios Generales

Jefe Inmediato: Jefe de Cuadrilla de mantenimiento

Función Básica: Ejecutar actividades de mantenimiento general de las instalaciones, tales como limpieza y otras actividades varias.

Requisitos Básicos:

1. Instrucción Primaria
2. Experiencia mínima comprobable de 2 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Realiza principalmente actividades de limpieza de oficinas y demás áreas de trabajo.
2. Ayuda en la limpieza de la Infraestructura Civil del Túnel.
3. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Operador y Controlador de Túneles

Jefe Inmediato: Jefe de Central de Control

Función Básica: Controlar la operación de los Túneles desde la Central de Control

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller Técnico en Informática
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Vigila y controla las incidencias en el interior de los Túneles.
2. Opera los automatismos según sean las condiciones de funcionamiento de los Túneles.
3. Mantiene comunicación directa con las autoridades respectivas tales como Policía, Comisión de Tránsito, Bomberos, Defensa Civil, según sea el caso.
4. Reporta e informa al Jefe de Central de Túneles cualquier incidencia en la Operación de los Túneles

5. Verifica el correcto funcionamiento del Sistema de CCTV y de Supervisión de Red.

6. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Guardia

Jefe Inmediato: Jefe de División eléctrica

Función Básica: Cuidar las instalaciones de la Central de Distribución de Túneles

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller

2. Experiencia Militar

3. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Vigila y cuida las Instalaciones de la Central de Transformación y la Central Control, así como el personal que se encuentra laborando en la misma.

2. Controla el ingreso de personas ajenas a la Central e informar al Jefe de Central cualquier novedad.

3. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Chofer

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Función Básica:

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller

2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades**:**

1. Conducir el vehículo destinado para el Departamento de Mantenimiento y Explotación de Túneles.

2. Transportar al personal destinado para la ejecución de las actividades de mantenimiento, así como del equipo necesario para realizarlas.

3. Responsable del correcto estado y limpieza del vehículo.

4. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Secretaria Ejecutiva

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Le reportan: Chofer y conserje.

Función Básica: Responsable de la ejecución de labores variadas de secretaría y asistencia administrativa.

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller Técnico en Secretariado
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Redactar y contestar correspondencia, de acuerdo a instrucciones específicas de su superior;
2. Preparar documentación y antecedentes para reuniones internas o externas a las que debe asistir el jefe inmediato;
3. Receptar y controlar la correspondencia y previa sumilla realizar la distribución respectiva;

4. Llevar el control de actividades que deba cumplir su jefe inmediato de acuerdo a su agenda de trabajo, concertando citas o entrevistas cuando se requiera;

5. Mantener y administrar el archivo de la dependencia;

6. Recibir y realizar llamadas telefónicas y llevar un registro de las mismas.

7. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Conserje

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Función Básica: Realizar actividades de conserjería del Departamento de Mantenimiento de Túneles.

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller

2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades

1. Actividades de Fotocopiado.

2. Entrega de oficios al personal de oficina.

3. Entrega de documentación a empresas y compañías relacionadas con las actividades de mantenimiento.

4. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

4.9.1.2. Diseño Estructura Organizacional

El organigrama del departamento de mantenimiento con estructura de recursos propios se encuentra en el Anexo 11.

4.9.2. Con Recursos Externos

A continuación se exponen los requerimientos de personal técnico y administrativo, así como la estructura organizacional para la implementación del tipo de Estructura de Mantenimiento con recursos externos.

En este tipo de estructura se observa la necesidad de mantener la Operación y Control del Túnel con personal propio. Este personal se encargaría de las siguientes actividades:

- Control de la circulación en el interior de los Túneles

- Actuación en casos de emergencia, comunicando a las autoridades respectivas, según el caso.
- Inspección de Instalaciones y Sistemas para determinar las necesidades de mantenimiento correctivo, de desarrollo y/o de modernización.
- Coordinación y Fiscalización de las actividades de Mantenimiento Programado (preventivo) y/o predictivo realizadas por contratistas externos calificados o bajo relación contractual.
- Autorización de la ejecución de actividades de mantenimiento correctivo, previa autorización de la M.I. Municipalidad de Guayaquil.
- Inventario Permanente de repuestos, partes, piezas e insumos necesarios para garantizar la operación de los túneles.

4.9.2.1. Requerimientos de Personal Técnico y Administrativo

Ingeniero de Operación de Túneles

Jefe Inmediato: -Director de Obras Públicas

Función Básica: - Fiscalizar y supervisar la ejecución de las actividades necesarias para la conservación de los túneles.

Requisitos Básicos:

1. Título de Ingeniero Civil o Industrial
2. Experiencia de 5 años
3. Preferentemente haber participado en el proceso constructivo de un túnel

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Mantener permanentemente informado al Director de Obras Públicas, y al Alcalde cuando lo requiera, de todas las actividades en el proceso de administración de los Túneles y demás novedades.
2. Mantener directa comunicación con los subcontratistas sobre el desarrollo de las actividades y labores de Mantenimiento Programadas o Correctivas contratadas.
3. Constatar y Validar la correcta realización de las actividades y labores de mantenimiento programado. Confirmar la provisión del equipo humano necesario y adecuado por parte de los contratistas.

4. Velar por el fiel cumplimiento de los cronogramas y horarios de trabajo establecidos de común acuerdo con los Contratistas de Mantenimiento.

5. Verificar que el personal destinado para las labores de Mantenimiento sea el indicado y que cuente con los requisitos y preparación establecidos en el contrato.

6. Cerciorarse del cumplimiento de las obligaciones contractuales de las empresas y compañías responsables del mantenimiento de la Infraestructura e Instalaciones Técnica de los Túneles.

7. Responsable de la aplicación de medidas de seguridad industrial, por parte de los contratistas, tanto para los conductores como para los trabajadores.

8. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Tecnólogo Eléctrico

Jefe Inmediato: Ingeniero de Operación de Túneles.

Función Básica: Responsable del funcionamiento de los Sistemas de Energía, Iluminación, Ventilación y de la operación permanente de los Túneles

Requisitos Básicos:

1. Título Tecnólogo
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Mantener informado al Ingeniero de Túneles sobre las condiciones de operación de los Sistemas de Energía, Iluminación y Ventilación.
2. Realizar las inspecciones necesarias, cuando amerite conjuntamente con el Ingeniero de Operación de Túneles, de las Instalaciones, Sistemas y Equipos Complementarios de los Túneles de Guayaquil.
3. Supervisar y controlar las actividades de mantenimiento eléctrico de las instalaciones, ejecutadas por contratistas externos.

4. Constatar la correcta realización de las actividades de mantenimiento eléctrico; comprobar la existencia del equipo necesario validando el cumplimiento del cronograma y los horarios establecidos.

5. Verificar que el personal destinado para las labores de mantenimiento eléctrico sea el indicado y que cuente con los requisitos y preparación establecidos en el contrato.

6. Cerciorarse del cumplimiento de las obligaciones contractuales de las empresas y compañías responsables del mantenimiento de las Instalaciones Técnicas de los Túneles.

7. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Operador de Túneles

Jefe Inmediato: Ingeniero de Operación de Túneles

Función Básica: Responsable del control de la circulación dentro de los Túneles .

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller Técnico en computación.

2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Controlar sucesos en la operación de los Túneles.
2. Verificar el correcto funcionamiento de los Sistemas de Ventilación e Iluminación, según los parámetros preestablecidos.
3. Comunicar a las autoridades respectivas en casos de emergencias.
4. Responsable del funcionamiento de los equipos informáticos.

Secretaria Ejecutiva

Jefe Inmediato: Ingeniero de Operación de Túneles

Le reportan: Chofer y conserje.

Función Básica: Responsable de la ejecución de labores variadas de secretaría y asistencia administrativa.

Requisitos Básicos:

3. Título Bachiller Técnico en Secretariado

4. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

5. Redactar y contestar correspondencia, de acuerdo a instrucciones específicas de su superior;

6. Preparar documentación y antecedentes para reuniones internas o externas a las que debe asistir el jefe inmediato;

7. Receptar y controlar la correspondencia y previa sumilla realizar la distribución respectiva;

8. Llevar el control de actividades que deba cumplir su jefe inmediato de acuerdo a su agenda de trabajo, concertando citas o entrevistas cuando se requiera;

9. Mantener y administrar el archivo de la dependencia;

10. Receptar y realizar llamadas telefónicas y llevar un registro delas mismas.

11. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Chofer

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Función Básica: Conducir el vehículo destinado para la supervisión y fiscalización de las actividades de mantenimiento de los Túneles.

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades

1. Transportar al personal de supervisión en los recorridos de obra para la inspección de los trabajos ejecutados.
2. Responsable del correcto estado y limpieza del vehículo.
3. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

Conserje

Jefe Inmediato: Ingeniero de Explotación de Túneles

Función Básica:

Requisitos Básicos:

1. Título Bachiller
2. Experiencia mínima comprobable de 5 años en actividades similares o comparables

Obligaciones y Responsabilidades:

1. Responsable por la bodega de repuestos, llevará un kardex de los mismos.
2. Actividades de Fotocopiado.
3. Entrega de oficios al personal de oficina.
4. Entrega de documentación a empresas y compañías relacionadas con las actividades de mantenimiento.
5. Las demás que su jefe inmediato, Leyes u Ordenanzas respectivas le asignen.

4.9.2.2. Diseño Estructura Organizacional

El organigrama resultado de la aplicación de una estructura de mantenimiento con recursos externos se encuentra en el Anexo 12.

4.10. Requerimientos de Espacio

Para la implementación de un departamento de Mantenimiento, sea este de estructura "in house" o de estructura "outsourcing", es necesario definir los requerimientos de espacio para oficinas, bodegas y talleres necesarios, para la realización de las funciones primarias de mantenimiento como la ejecución y supervisión de los trabajos, y de otras funciones secundarias como la gestión de inventarios, disposición de desperdicios, seguridad industrial y actividades administrativas.

Además del área destinada a la Central de Control, existe un espacio para oficinas y pequeñas bodegas en el sector de la Plaza Colón, cerca del ingreso al Túnel 2. Allí se cuenta con un área de 90 m2, que se encuentra disponible y que originalmente estaba destinada para el proyecto.

En el Anexo 13 se hallan los planos que corresponden a la oficina de la Unidad de Operación de Túneles que se encuentra en la Plaza Colón, a la Central de Control de Túneles y una Vista General de la ubicación de dichas áreas.

4.10.1. Oficinas

Es muy importante la definición de las áreas para oficina, donde se pueda albergar al personal técnico y administrativo, encargado la planificación, organización y control de todas las actividades del Departamento. Aquí deberá estar además la Oficina del Ingeniero de Túneles, responsable de la administración de los mismos y de mantener en conocimiento al Alcalde y al Director de Obras Públicas de todos los pormenores de la Obra.

El personal asignado a esta área es el siguiente:

- Ingeniero de Túneles
- Secretaria Ejecutiva
- Conserje

El Ingeniero de Túneles mantiene relaciones directas, por medio de oficios y reuniones con el Director de OO.PP.MM. y los contratistas de mantenimiento, y es responsable del cumplimiento de todas las cláusulas y exigencias de los contratos de mantenimiento preventivo que estos tengan con la M.I. Municipalidad de Guayaquil. Además deberá revisar y tramitar las planillas que estos presenten por concepto de los trabajos de

mantenimiento correctivo ejecutados, previa aprobación del Director de Obras Públicas.

La oficina del Ingeniero de Operación de Túneles, deberá ser de 20 m2, donde pueda contar una mesa de reuniones y una batería de archivadores.

La secretaria necesita un área destinada para archivos y otra para recepción, la misma que tendrá un área aproximada de 20 m2.

4.10.2. Áreas de Trabajo

Para la operación y control de la circulación en el interior de los Túneles está destinada un área que contiene los monitores de control y una pantalla que muestra el estado de los equipos en túneles, las mediciones de los sensores y los parámetros eléctricos con que operan. Por tal razón se ha determinado la necesidad de contar con dos puestos de trabajo, el primero para un operador de las cámaras y el otro para un tecnólogo eléctrico. Esta área se denomina Central de Control, que está junto al Centro de Energía ubicado en el lado norte de los Túneles, sobre la Av. Morán de Buitrón. Aquí se cuenta con un área aproximada de 50 m2, en donde se encuentran los equipos de CCTV y el Sistema de Supervisión Eléctrica.

No existe la necesidad de contar con áreas para los trabajos de mantenimiento ya que la mayoría de los trabajos por este concepto se realizan in-situ, es decir en el mismo sitio donde están los equipos o instalaciones.

4.11. Manejo y Almacenamiento de Materiales

Entre las funciones secundarias a realizar por parte de un departamento de mantenimiento está la administración de bodegas e inventarios, así como el manejo de materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento de las instalaciones.

A continuación se determinará la cantidad y tipo de equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento ya definidas, los requerimientos de inventario de repuestos y las necesidades de espacio para bodegas.

4.11.1. Determinación de Equipos para Mantenimiento

Los equipos y herramientas necesarios para las labores de Inspección que deberá realizar el equipo de la Unidad de Operación de Túneles, será el siguiente:

Vehículo-camioneta

Carro canasta

Multímetro

Luxómetro

Ohmiómetro

Herramienta General Eléctrica

Herramienta General Mecánica

Escalera de 12 m

Implementos de Seguridad (cascos, gafas, guantes, botas, cinturones)

Elementos de señalización y delimitación de vías cuando se realicen los trabajos de mantenimiento.

Unidades de calibración de sensores de luminosidad, de gases y opacidad.

4.11.2. Determinación de Necesidades de Inventario

Como ya se determinó en el capítulo 4.6, las principales actividades de reemplazo, son de los componentes de las luminarias como lámparas, ignitores y balastros; de las celdas de baja tensión como disyuntores electromagnéticos, relés, interruptores fusibles.

La tabla #4 muestra los inventarios iniciales a tener según recomendaciones de ingenieros conocedores del tema:

TABLA #4: Tabla de Cantidades de repuestos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT. REQ
1.	Disyuntor GE 20A-1P	5u
2.	Interruptor termomagnético GE 20A-2P	2u
3.	Interruptor termomagnético GE 16A-2P	2u
4.	Interruptor termomagnético GE 16A-4P	2u
5.	Interruptor termomagnético GE 32A-4P	2u
6.	Interruptor termomagnético GE 25A-4P	2u
7.	Interruptor termomagnético GE 6A-2P	2u
8.	Interruptor termomagnético GE 10A-4P	2u
9.	Disyuntor SQUARE-D 20A-1P	8u
10.	Reflector XRX-204, 36W, Sodio Baja Presión	6u
11.	Lámpara SOX-E 36W	12u

12.	Balasto 36W, Sodio Baja Presión	6u
13.	Ignitor 36W, Sodo Baja Presión	6u
14.	Reflector XRX-204, 66W, Sodio Baja Presión	6u
15.	Lámpara SOX-E 66W	12u
16.	Balasto 66W, Sodio Baja Presión	6u
17.	Ignitor 66W, Sodio Baja Presión	6u
18.	Reflector SNF-210, 250W, Sodio Alta Presión	5 u
19	Lámpara SON-T PLUS 250W	10u
20.	Balasto 250W, Sodio Alta Presión	5u
21.	Ignitor 250W, Sodio Alta Presión	5u
22.	Reflector SNF-210, 400W, Sodio Alta Presión	5 u
23.	Lámpara SON-T PLUS 400W	10u
24.	Balasto 400W, Sodio Alta Presión	5u
25.	Ignitor 400W, Sodio Alta Presión	5u
26.	Reflector SGS-305, 150W, Sodio Alta Presión	6u

27.	Lámpara SON-T PLUS 150W	12u
28.	Balasto 150W, Sodio Alta Presión	6u
29.	Ignitor 150W, Sodio Alta Presión	6u
30.	Reflector SGS-305, 250W, Sodio Alta Presión	9u
31.	Lámpara SON-T PLUS 250W	18u
32.	Balasto 250W, Sodio Alta Presión	9u
33.	Ignitor 250W, Sodio Alta Presión	9u

Se deberá realizar un estudio posterior de los niveles de inventarios mínimos, tamaños de pedido, tiempo de aprovisionamiento, pero una vez que se pueda contrastar con la realidad, es decir ya en la etapa de operación propiamente dicha.

Para las lámparas se ha estimado tener de repuestos el 10% del total, y del sistema óptico o reflector, balastro e ignitor se ha definido el 5%.

Es necesario tener por seguridad unas luminarias de repuesto, por si llega a dañarse una. El cuerpo de la luminaria en sí no es susceptible al daño, por lo menos en la actualidad que son prácticamente nuevas. En caso de algún desperfecto sería

conveniente reemplazar el sistema óptico para llevarlo a reparar, por otro de repuesto.

4.11.3. Requerimientos de espacio para Bodegas

Dentro de las oficinas destinadas para el Ingeniero de Túneles para la Administración y Operación de los mismos, existe un área disponible, donde se puede almacenar los repuestos, tales como luminarias, lámparas, balastos, ignitores, disyuntores electromagnéticos, filtros, entre otros. El área necesaria es de 15 m2. Se necesitarán algunas perchas para el almacenamiento.

Adicionalmente sería conveniente, dejar un área para el almacenamiento de los equipos menores o implementos que necesitan los contratistas externos para realizar las labores de mantenimiento. El área necesaria es de 10 a 12 m2 por lo menos.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones del presente trabajo se tabularon las siguientes:

- El proyecto de los túneles no es una obra típica, ya que además de la infraestructura civil cuenta con instalaciones técnicas especiales que requieren de especial atención y mantenimiento. La operatividad del túnel depende directamente del buen funcionamiento del equipamiento complementario existente, por lo que cumplir a cabalidad los programas de mantenimiento preventivo es prioritario para asegurar la operación continua de los túneles y su uso por parte de los usuarios de los mismos.

- Debido al monto de la inversión de este proyecto, se justifica plenamente la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo Programado tendiente a conservar el equipamiento en general y por ende a cumplir y si fuere factible alargar la vida útil, así como dar un servicio permanente y seguro acorde a las necesidades de los conductores.

- Los equipos críticos del proyecto, es decir, de los que depende el correcto funcionamiento de los Túneles con seguridad para los usuarios y equipos que los conforman son: -los equipos de emergencia el;ectrica (grupo electrógeno/Generador, U.P.S.) y los sensores de gases y luminosidad que controlan el funcionamiento de las luminarias y de los ventiladores interiores del túnel.

- Existe una gran diversidad de trabajos de Manutención que deberán realizarse en base a las recurrencias que se definan, tales como: eléctrico, electrónicos, mecánico, de albañilería, de limpieza, de pintura, de alcantarillado entre otros.

- La carga de trabajo es mediana y no continua para justificar una estructura permanente con recursos propios para la ejecución (estructura ïn house"), por lo que se justifica tercerizar la mayoría de las actividades operativas de manutención preventiva y predictiva, teniendo una estructura de control y fiscalización que garantice el estricto cumplimiento de las tareas subcontratadas.

- La especialización de los trabajos de mantenimiento es alta (sensores, U.P.S., Generadores, Sistemas de control), por lo que ejecutar las labores de mantenimiento con recursos propios implicaría un nivel de ingenieros o técnicos alto o en su defecto sería necesaria la capacitación del personal o la contratación de personal especializado.

Las recomendaciones para la implementación de un Plan de Mantenimiento y de Operación y Control son las siguientes:

- Es importante que la entidad que se responsabilice por la Operación y Control de los Túneles sea ajena a la o las empresas que realicen el mantenimiento de los mismos, ya que así esta entidad fiscalizará y supervisará las actividades realizadas.

- La estructura de Operación y Gestión de los túneles será la responsable del funcionamiento de los Túneles, fiscalizará y supervisará los trabajos ejecutados por el personal de mantenimiento subcontratado.

- Para la operación de los Túneles es necesario contar con un tecnólogo eléctrico (3 turnos de 8 horas c/u), que controle todos los parámetros de operación de los Túneles, así como un operador (3 turnos de 8 horas c/u) de las cámaras de control instaladas.

- A más del área destinada para el control de los Túneles, ubicada junto a la Central de Energía, es necesaria contar con un área destinada a la Gestión del Mantenimiento. Aquí se montaran las oficinas que albergará al Ingeniero encargado de esas funciones, la secretaria y el conserje. Este será el centro de Gestión de los túneles.

- En la Oficina de Gestión se incluirá una bodega para los repuestos, partes, piezas, insumos necesarios para realizar las labores de mantenimiento, así como de los equipos y herramientas a utilizar.

- Se deberá contar con otra área para almacenar equipos y herramientas de los contratistas que se encuentren realizando labores.

- Se debe establecer un contrato con un proveedor de servicios integrales de mantenimiento o en su defecto suscribir varios contratos de mantenimiento preventivo con diversos contratistas, según su especialidad, que pueden ser eléctrico, civil, limpieza y servicios generales, entre otros. Es importante que en las cláusulas de los contratos se establezcan claramente los parámetros que regirán el servicio a prestar, definiendo el alcance y la cobertura de los trabajos a realizar, así como las responsabilidades del Contratista.

- Las empresas que se contraten para prestar los servicios de mantenimiento preventivo especifico deberá tener la capacidad de brindar servicios de mantenimiento correctivo en el equipamiento para el que fueron contratados por el Municipio. La canalización de estos trabajos deberá realizarse previa aprobación del delegado de la M.I. Municipalidad de Guayaquil y su pago se realizará con la presentación de la planilla respectiva que será analizada y aprobada por el Departamento de Obras Públicas.

como de actuación ante problemas que se presenten (planes de contingencia).

- Se deberá realizar un estudio al detalle para definir el stock inicial de partes, piezas, insumos, herramientas y equipos necesarios para garantizar la realización de las tareas de mantenimiento, así como evitar la detención o interferencia en el normal uso de los túneles.

- Se deberán realizar los respectivos manuales de seguridad industrial que permitan garantizar la ejecución segura de las tareas de manutención necesarias.

- Se recomienda elaborar una pirámide documental que incluya los procedimientos, instrucciones, normas y políticas inherentes a la gestión y administración de los procesos operativos de los túneles.

ANEXOS

9. Manuales, Cartillas, Formatos y documentación utilizada por la Compañía de Servicios Auxiliares del Pacífico S.A. SERENTRESA en la prestación de servicios de Manutención.

10. Merritt, “Manual del Ingeniero Civil”

11. PHILIPS, Manual de Iluminación.

12. SCHREDER, Notas de Alumbrado, Mayo 1991

13. STIPE, Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del Proyecto Vial Túneles de los Cerros “El Carmen” y “Santa Ana” de la Ciudad de Guayaquil.

14. Túneles y Obras Subterráneas, López Jimeno Carlos (Entorno Gráfico S.L)

ANEXO 1

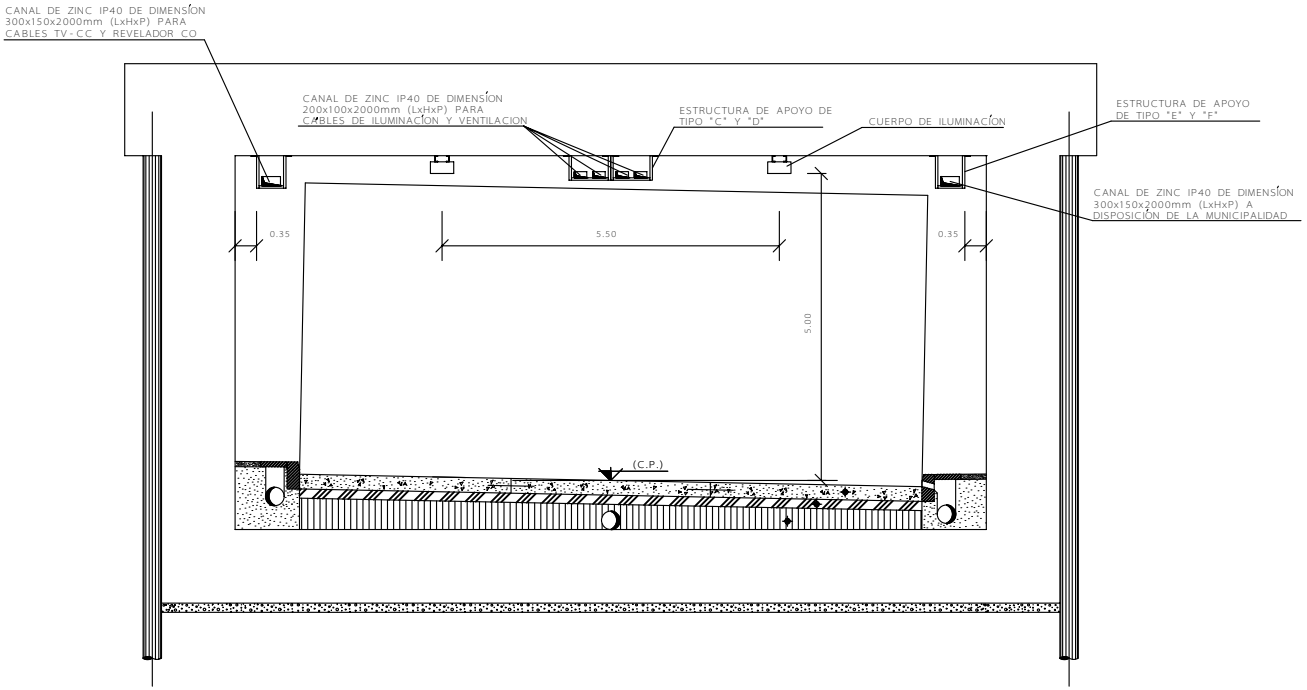
PLANO GENERAL DEL PROYECTO

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		DIBUJO:	
		REVISO:	
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL		PLANO No.:	1
ESCALA:	CONTIENE: PLANO GENERAL DEL PROYECTO		

ANEXO 2

SECCIONES TIPO DE LOS TUNELES

EN RECTA Y EN CURVA A LA DERECHA



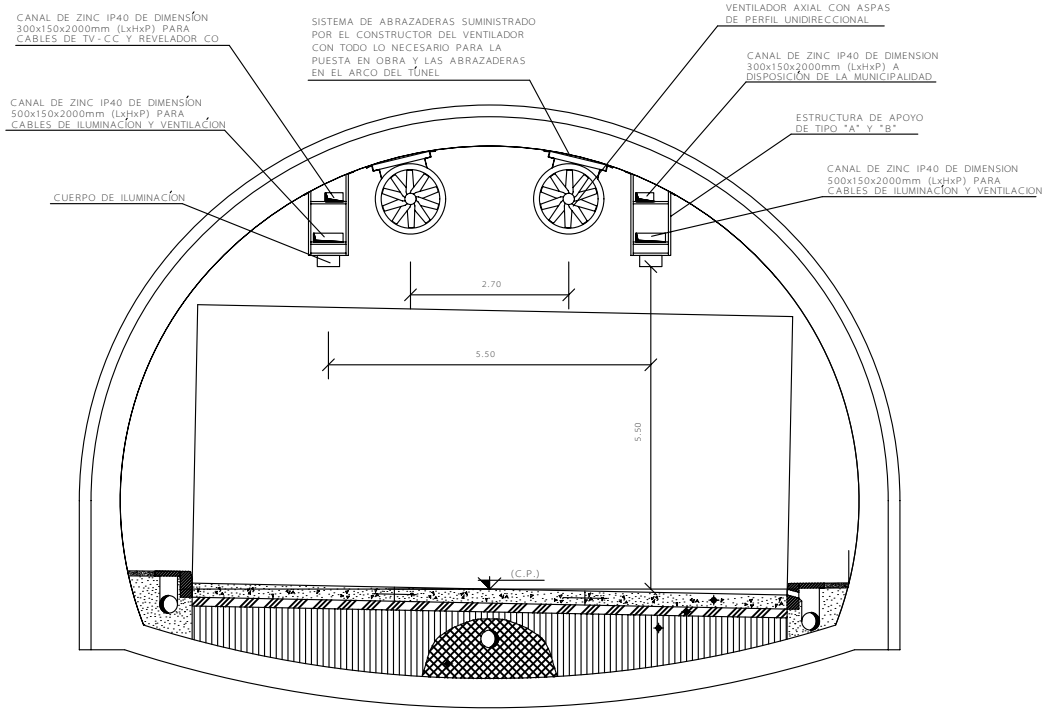
SECCION RECTANGULAR

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
	DIBUJO:		
	REVISO:		
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL	PLANO No.: 2		
ESCALA:	CONTIENE: SECCION RECTANGULAR		

ESCALA DE PLOTEO 1:125

ANEXO 2

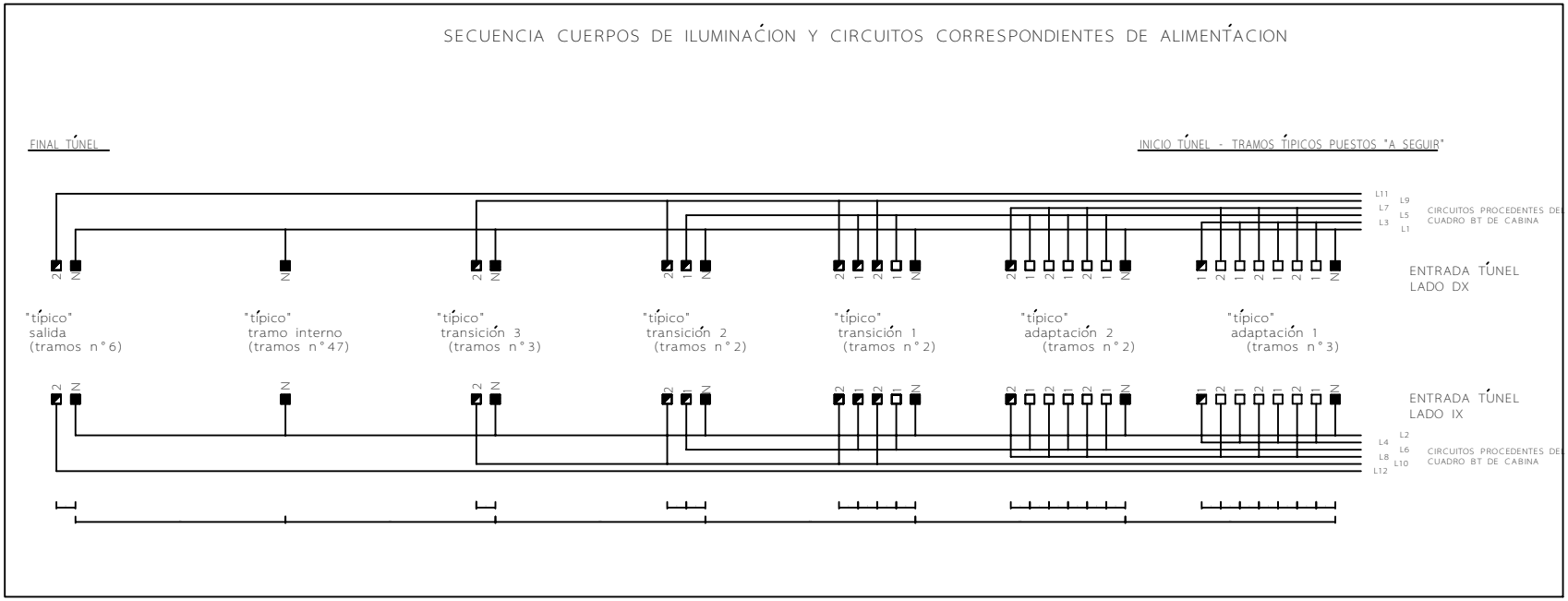
SECCIONES TIPO DE LOS TUNELES



SECCION POLICENTRICA

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
	DIBUJO:		
	REVISO:		
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL	PLANO No.: 3		
ESCALA:	CONTIENE: SECCION POLICENTRICA		

SECUENCIA CUERPOS DE ILUMINACÍON Y CIRCUITOS CORRESPONDIENTES DE ALIMENTÁCION



SIMBOLOGÍA

- ■ ■ = PAR DE CUERPOS DE ILUMINACÍON CON DISPOSICÍON ALTERNA IX/DX
  PHILIPS XRX 204 CON LÁMPARA SOX-E DE 66W O EQUIVALENTE
  PHILIPS XRX 204 CON LÁMPARA SOX-E DE 36W O EQUIVALENTE
- ◥ = CUERPO DE ILUMINCIÓN PHILIPS SNF 210 CON LÁMPARA SON-T PLUS 250W O EQUIVALENTE
- □ = CUERPO DE ILUMINACÍON PHILIPS SNF 210 CON LÁMPARA SON-T PLUS 400W O EQUIVALENTE
- —— = GRUPO DE CABLES
- N = ENCENDIDO PERMANENTE
- 1 = ENCENDIDO PRIMERA FASE
- 2 = ENCENDIDO SEGUNDA FASE (TODO ENCENDIDO)

FIMCP - ESPOL

FECHA | NOMBRE

DIBUJO:

REVISO:

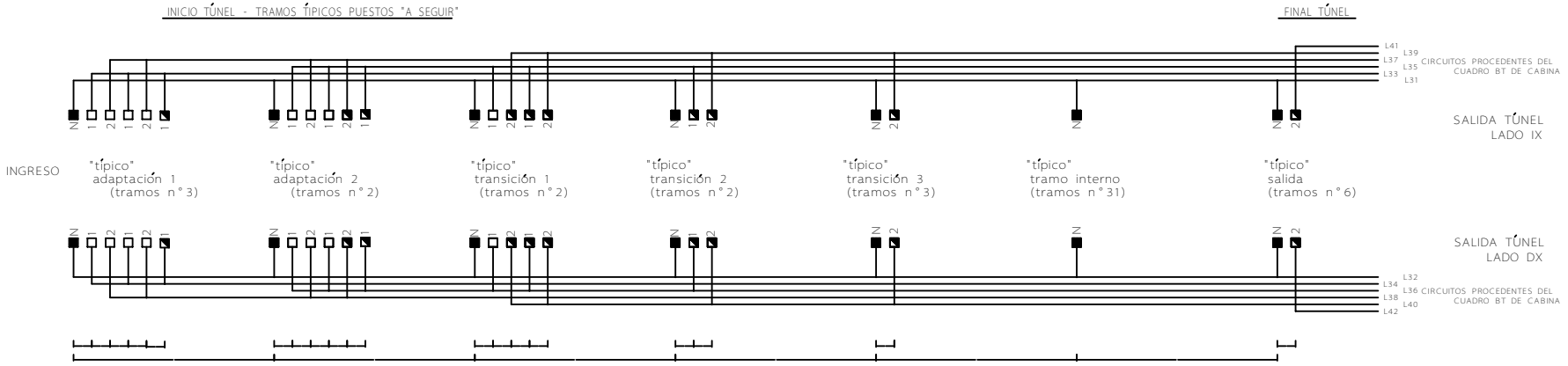
PROYECTO:
TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL

PLANO No.: 4

ESCALA:

CONTIENE:
ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE

SECUENCIA CUERPOS DE ILUMINACÍON Y CIRCUITOS CORRESPONDIENTES DE ALIMENTÁCION



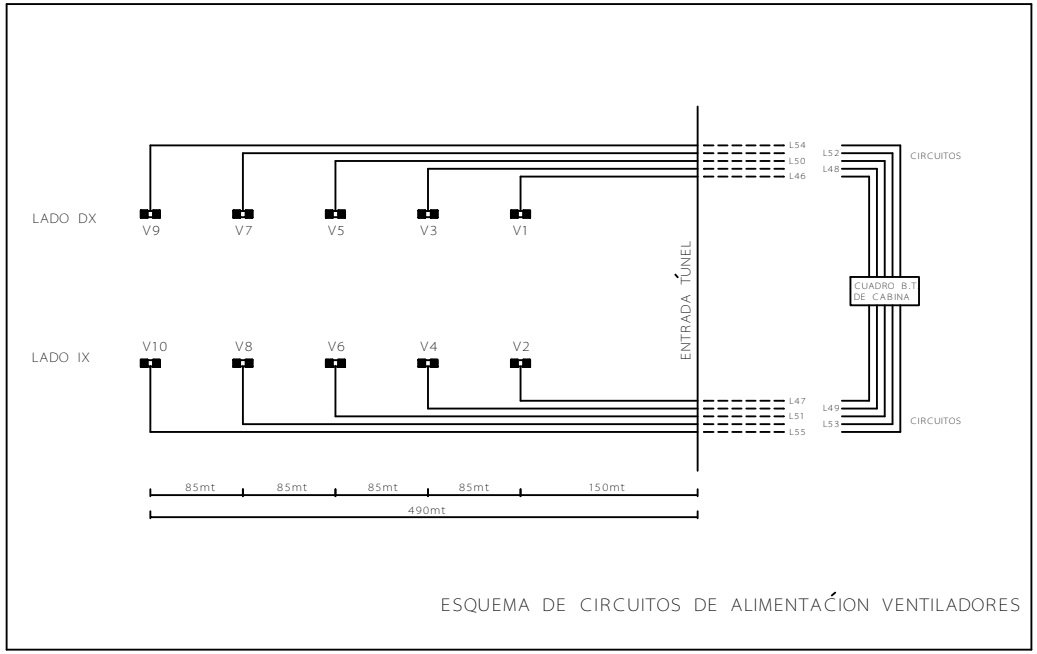
SIMBOLOGÍA

- ■ ■ = PAR DE CUERPOS DE ILUMINACÍON CON DISPOSICÍON ALTERNA IX/DX
  PHILIPS XRX 204 CON LÁMPARA SOX-E DE 66W O EQUIVALENTE
  PHILIPS XRX 204 CON LÁMPARA SOX-E DE 36W O EQUIVALENTE
- ◪ = CUERPO DE ILUMINCÍON PHILIPS SNF 210 CON LÁMPARA SON-T PLUS 250W O EQUIVALENTE
- □ = CUERPO DE ILUMINACÍON PHILIPS SNF 210 CON LÁMPARA SON-T PLUS 400W O EQUIVALENTE
- —— = GRUPO DE CABLES
- N = ENCENDIDO PERMANENTE
- 1 = ENCENDIDO PRIMERA FASE
- 2 = ENCENDIDO SEGUNDA FASE (TODO ENCENDIDO)

NOTA: PARA LA INFORMACION RELATIVA A LA ESTRUCTURA DE APOYO VER PER PLANO ITT 104

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
	DIBUJO:		
	REVISO:		
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL	PLANO No.:		5
ESCALA:	CONTIENE: ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LUMINARIAS TUNEL 2		

DISTRIBUCION DE VENTILACION EN TUNELES



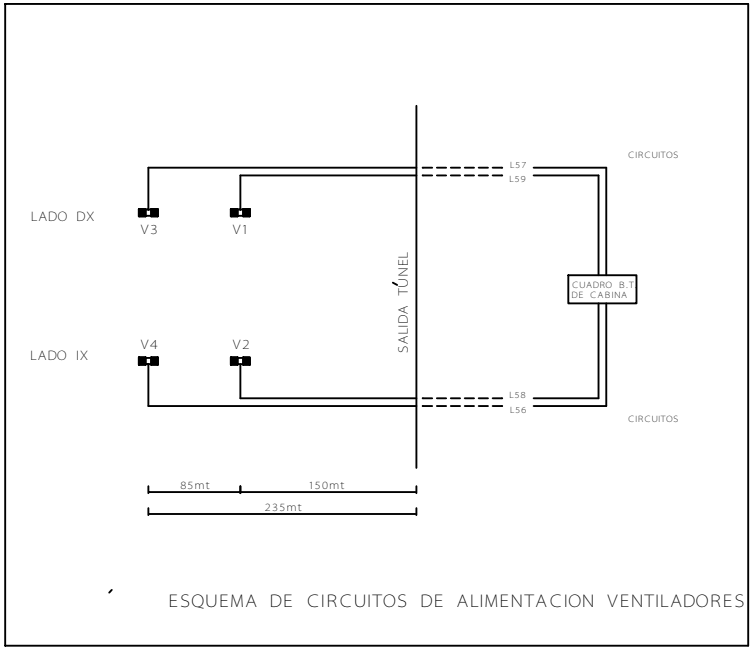
ESQUEMA DE CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN VENTILADORES

SIMBOLOGÍA

- = VENTILADOR AXIAL CON ASTAS DE PERFIL ALAR A FLUJO UNIDIRECCIONAL
- = CONJUNTO PARA LA GESTIÓN DE LOS VENTILADORES CONSTITUIDO POR: OPACÍMETRO Y ANALIZADOR DE CO.
- = ANEMÓMETRO
- = GRUPO DE CABLES

NOTA: PARA LA INFORMACION RELATIVA A LA ESTRUCTURA DE APOYO VER PER PLANO ITT 104

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
	DIBUJO:		
	REVISO:		
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL	PLANO No.:		
ESCALA:	CONTIENE: ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE		6



ESQUEMA DE CIRCUITOS DE ALIMENTACION VENTILADORES

SIMBOLOGÍA

= VENTILADOR AXIAL CON ASTAS DE PERFIL ALAR A FLUJO UNIDIRECCIONAL

= CONJUNTO PARA LA GESTIÓN DE LOS VENTILADORES CONSTITUIDO POR: OPACÍMETRO Y ANALIZADOR DE CO.

= ANEMÓMETRO

= GRUPO DE CABLES

NOTA: PARA LA INFORMACION RELATIVA A LA ESTRUCTURA DE APOYO VER PER PLANO ITT 104

FIMCP - ESPOL

FECHA | NOMBRE

DIBUJO:

REVISO:

PROYECTO:

TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL

PLANO No.: 7

ESCALA:

CONTIENE:

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE VENTILACION TUNEL

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES

MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE TÚNELES

Sistema	Instalación	Cantidad	Marca o Especif.	Función	Proveedor	Mantenimiento
SISTEMA VIAL	Pavimentos	51,052 m2	Hormigón armado o no armado, cemento Portland, f'c 280 kg/cm2	Permite circulación de vehiculos	Hormigones Rocafuerte	Inspecciones periódicas y limpieza para mantener libre la vía
	Aceras en Túnel	1,200 m2	Hormigón armado o no armado, cemento Portland, f'c 140 kg/cm2	Permite circulación de peatones	Hormigones Rocafuerte	Inspección y Limpieza
	Revestimiento del Túnel	26,000 m2	Hormigón armado, cemento Portland, f'c 350 kg/cm2	Cubierta definitiva de sostenimiento de la roca	Hormigones Rocafuerte	Inspección de aparición de fisuras, limpieza para mantener luminosidad
	Señalización Vertical	114 u	Señalización a pie de acera o pórticos con paneles	Información a conductores	COMETACE	Ajustes, pintado
	Señalización Horizontal	35215 ml 5204 m2 577 u	Marcas Viales de pintura acrílica reflexiva	Delimitación de la calzada	COMETACE	Pintado
SISTEMA DE DRENAJE	Drenaje Túneles	164 u	pozos de inspección con hormigón armado cemento Portland f'c 210 kg / cm2	Evacuación de aguas que filtran del cerro o ingresan por acción de la lluvia		Limpieza a cargo de Empresa de Alcantarillado
	Drenajes Exteriores	41u	pozos de inspección con hormigón armado cemento Portland f'c 210 kg / cm2	Descarga de aguas lluvias al rio		Limpieza a cargo de Empresa de Alcantarillado
SISTEMA ELÉCTRICO	Centro de Distribución	1 u	Espacio Fisico que contiene a las instalaciones eléctricas	Contiene equipos de suministro eléctrico		Limpieza de Instalaciones
	Celdas Media Tensión	1u	ORMAZABAL 24 KV	Reciben suministro eléctrico de la red en alta	COMETACE	Chequeo de parámetros, ajustes y limpieza interior
	Transformador	1u	SCHNEIDER ELECTRIC 630 KVA	Transforma en baja tensión el suministro de la red	SCHNEIDER ELECTRIC ECUADOR SA	Chequeo de parámetros de operación, ajustes, limpiea interior
	Grupo Electrógeno	1u	HIMOINSA- IVECO 450 KVA	Equipo de emergencia que genera energia al sistema en caso de falla en la red	FECORSA INDUSTRIAL Y COMERCIAL	Verificacion de niveles de aceite, diesel, baterias, pruebas de arranque
	Equipo de Continuidad	2 u	SALICRU ELECTRONICS 100 KVA	Mantiene por 30 min energia entre el lapso del fallo y arranque del grupo	CELCO	limpieza interior, ajustes, control de parámetros, pruebas de func.
	Tableros de Distribución	1u	COMETACE, GE, CELSA, SIEMENS	Distribuyen en baja tensión y protege los equipos en túnel	COMETACE	Limpieza y ajuste de contactos
	Líneas de Distribución	66,752 ml	PD WIRE & CABLE	Paso de energia a equipos		Limpieza de canaletas

ANEXO 5

RESUMEN DE OBRAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO

ANEXO 6

MATRIZ DE CRITICIDAD

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES
M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

	fallo o mal estado produce detenciones	componentes no disp. en mercado directo	no adaptables repuestos no originales	fallo o mal estado produce daños a otros eq.	fallo o mal estado produce mal func. otros eq.	equipo de alto costo	Equipo de emergencia	fallo o mal estado afecta seguridad usuarios	fallo o mal estado afecta imagen	CANT.
1. Sistema Vial										
1.1. Pavimentos								X	X	2
1.2. Aceras									X	1
1.3. Revestimiento Del Túnel				X				X	X	3
1.4. Pintura de Revestimiento								X	X	2
1.5. Señalización Vertical								X	X	2
1.6. Marcas Viales								X	X	2
2. Sistema De Drenajes										
2.1. Drenaje Túneles				X				X	X	3
2.2. Drenajes Exteriores				X				X	X	3
3. Sistema Eléctrico										
3.1 Centro de Distribución									X	1
3.2. Transformador			X	X	X	X				4
3.3. Grupo Electrógeno	X		X			X	X	X		5
3.4. Equipos De Continuidad	X		X			X	X	X		5
3.5. Tableros De Distribución			X	X	X					3
3.6. Líneas De Distribución			X	X	X					3
4. Sistema De Iluminación										
4.1. Luminarias		X						X	X	3
4.2. Lámparas		X						X	X	3
4.3. Luminancímetros		X	X		X	X		X	X	6
4.4. Iluminación Vial		X						X	X	3
5. Sistema De Ventilación										
5.1. Ventiladores		X	X			X		X		4
5.2. Detectores De Co Y Opacidad		X	X		X	X		X	X	6
6. Sistema De Control										
6.1. Circuito Cerrado De Televisión		X	X			X		X		4
6.2. Señalización Mensaje Variable		X	X					X	X	4
6.3. Central De Control									X	1
6.4. Sistema De Superv. Red Distrib.					X	X		X		3

1: No criticidad
2: Poca Criticidad
3. Criticidad Media
4. Criticidad Considerable
5 o +. Alta Criticidad

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES

MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE TÚNELES

Sistema	Instalación	Cantidad	Marca o Especif.	Función	Proveedor	Mantenimiento
SISTEMA DE ILUMINACIÓN	Luminarias en Túnel	428 u	PHILIPS XRX 204 33-66W SNF 210 250-400W	Iluminación adecuada dentro del Túnel,acorde a los niveles de luminancia exterior	PHILIPS ECUADOR	Limpieza y reemplazo de lámparas
	Luminancímetros	2 u	HAGNER TLS-420/SW	Mide los niveles de luminancia en las aproximaciones a los túneles		Limpieza exterior, calibración
	Luminarias externas	300 u	PHILIPS SGS 305 150 - 250W	Iluminación exterior de vías	PHILIPS ECUADOR	Limpieza y reemplazo de lámparas
SISTEMA DE VENTILACIÓN	Ventiladores	14 u	WOODS 100 JMG D160/26	Mantener atmósfera dentro de los túneles acorde a los parámetros	ACERO COMERCIAL	Verifición de ajustes, limpieza carcasa y alavés
	Detectores de CO	3 u	SIEMENS GAS MONITOR TOX CO-500	Mide los niveles de CO enlos túneles		Limpieza exterior, calibración
	Detectores de Opacidad	3 u	SIGRIST VISGUARD IN-SITU	Mide los niveles de opacidad en los túneles		Limpieza exterior, calibracion
SISTEMA DE CONTROL	Monitores	15 u	PELCO PMM2001 PMM 901	Reproducción de imágenes de sucesos dentro de los túneles	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD	Verificación funcional, limpieza exterior
	Cámaras	38 u	PELCO MC3500S-2	Realiza tomas dentro de los túneles	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD	Verificación funcional, limpieza exterior
	Amplificadores	38 u	PELCO EA2010	Amplifican señal que proviene de las cámaras	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD	Verificación funcional, limpieza exterior
	Señalización a Mensaje Variable	2 u	paneles digitales	Permite informar a los conductores en caso de cierre de los túneles		Limpieza exterior, verificación funcional
	Central de Control	1 u	oficina que contiene equipos del Sistema de Control, albergará al personal encargado del control de la circulación	Contiene los equipos de CCTV para control de la circulación vehicular		Limpieza equipos
	Sistema Supervisión Red	1 u	Sistema SCADA controla los parámetros eléctricos	Mide los parámetros eléctricos de operación del sistema electrico		

ANEXO 5

RESUMEN DE OBRAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO

ANEXO 7

CUADRO DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES
M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	LIMPIEZA	REEMPLAZO	MANT. GEN.
1. Sistema Vial				
1.1. Pavimentos	T	T		A
1.2. Aceras	A	T		A
1.3. Revestimiento Del Túnel	S	T		A
1.4. Pintura de Revestimiento				A
1.5. Señalización Vertical	A	S		A
1.6. Marcas Viales				A
2. Sistema De Drenajes				
2.1. Drenaje Túneles		S		A
2.2. Drenajes Exteriores		S		A
3. Sistema Eléctrico				
3.1. Centro de Distribución		SM		A
3.2. Celdas M.T	SM			A
3.3. Transformador	SM	A		A
3.4. Grupo Electrógeno	SM	M		SE
3.5. Equipos De Continuidad	T			T
3.6. Tableros De Distribución	SM	SE	F	A
3.7. Líneas De Distribución	SE	SE		
4. Sistema De Iluminación				
4.1. Luminarias	S	T		A
4.2. Lámparas	SM		F	
4.3. Luminancímetros	T	T		A
4.4. Iluminación Vial	M	A		A
5. Sistema De Ventilación				
5.1. Ventiladores	T	S		A
5.2. Detectores De Co Y Opacidad	Q	M	A	A
6. Sistema De Control				
6.1. Circuito Cerrado De Televisión	S	S		A
6.2. Señalización Mensaje Variable	SM	S		S
6.3. Central De Control		SM		A
6.4. Sistema De Superv. Red Distrib.		T-S		A

D= DIARIA
SM= SEMANAL
Q=QUINCENAL
M= MENSUAL
B= BIMENSUAL
T= TRIMESTRAL
S= SEMESTRAL
A= ANUAL
PA= PLURIANUAL
F= Cuando exista fallo

ANEXO 8

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO MENSUAL DE EQUIPOS ELECTROGENOS

LUGAR: TÚNELES DE LOS CERROS EL CARMEN Y SANTA ANA GQUIL
MARCA DEL EQUIPO: HIMOINSA
CAPACIDAD: 450 KVA **MES:** **AÑO:**
NUMERO DE SERIE:
NUMERO DE INVENTARIO:

FECHA	M	V	M	V	M	V	M	V	

INDICACION: SE DEBE REALIZAR PRIMERAMENTE LAS PRUEBAS ESCRITAS CON NEGRITAS

PRECAUCION: ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS EN EL GENERADOR USTED DEBE DE:

CONECTAR GENERADOR EN OFF										2S
BAJAR BREAKER DE GENERACION										2S
BAJAR BREAKER DE CONEXIÓN										2S

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

NIVEL DE DIESEL										2S
CHEQUEAR FUGAS										2S
PURGAR TANQUE DE DIESEL										SE
PURGAR FILTRO DE DIESEL										M
CAMBIO DE FILTRO DE DIESEL										T

SISTEMA DE LUBRICACION

NIVEL DE ACEITE EN MOTOR										2S
CHEQUEAR FUGAS										2S
CAMBIO DE ACEITE										A
CAMBIO DE FILTROS DE ACEITE										A

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

NIVEL DE REFRIGERANTE										2S
CHEQUEAR FUGAS										2S
REVISAR BANDAS										M
CAMBIO DE REFRIGERANTE										A

SISTEMA DE ESCAPE

CHEQUEAR FUGAS										S
CHEQUEAR SOPORTES										A
CHEQUEAR CONECTOR FLEXIBLE										S

SISTEMA DE BATERIAS

NIVEL DE AGUA DE BATERIA	2S
LIMPIEZA, AJUSTE DE TERMINALES	T
MEDIR GRAVEDAD ESPECIFICA	2S
CAMBIO DE BATERIA	A2

SISTEMA ELECTRICO

INSPECCION VISUAL	S
AJUSTE CABLES Y CONEXIONES	A
DAÑO EN LOS CABLES	T
PRUEBA LAMPARAS CONTROLADOR	S
CONTACTOS PRINCIPALES DE TTA	A
AJUSTE DE SENSOR DE VOLTAJE DE TTA	A
REVISION DE EJERCITADOR	SE

INDICACION: ANTES DE REALIZAR LA SIGUIENTE PRUEBA USTED DEBE DE DESCONECTAR LOS CONECTORES DE CONTROL EN EL TTA

MEGADA DE CABLES	A3

SISTEMA DE MAQUINA PRIMA

REVISION GENERAL	A
LECTURA DE VIBRACION	A
INDICADOR DE SUCIEDAD DE FILTRO DE AIRE	2S

SISTEMA DE GENERADOR

INSPECCION GENERAL	S
LIMPIEZA DE ROTOR Y ESTATOR	A
REVISION DE RODAMIENTOS	A
LIMPIEZA DE EXCITADOR	A
LIMPIEZA DE REGULADOR DE VOLTAJE	A

INDICACION: ANTES DE REALIZAR LA SIGUIENTE PRUEBA, USTED DEBE DE: DESCONECTAR EL ACTIVADOR FR

MEGADA DE BOBINAS	A

LECTURA DE RESISTENCIAS:

SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

LIMPIEZA DE GRUPO GENERADOR	2S
LIMPIEZA DE CUARTO	2S
CHEQUEO DE LAMPARAS DE EMERGENCIA	S
CHEQUEO DE ILUMINACION	S
CHEQUEO DE TOMACORRIENTES	SE
CHEQUEO DE CARGA EXTINTOR DE INCENDIO	M
LIMPIEZA DE TTA	2S

SUMINISTROS

LIMPIADOR ELECTRICO		2S
LIMPIADOR ELECTRONICO		2S
ACEITE DESOXIDANTE		2S
AGUA DESTILADA		2S
LIMPIADOR DE BORNES DE BATERIA		2S
PROTECTOR DE BORNES DE BATERIA		2S
TELA TOALLA		2S
BROCHA		2S
ESCOBA		2S
INSECTICIDA		2S
PROTECTORES DE OIDO		2S

<u>INDICACION</u>: ANTES DE PROSEGUIR CON LOS SIGUIENTES PASOS USTED DEBE DE:

SUBIR BREAKER DE GENERACION		2S
LECTURA DE HOROMETRO		2S

ENCENDER EL GENERADOR CONECTANDOLO EN LA POCISION <u>RUN</u>		S

<u>INDICACION</u>: AHORA SE DEBEN REALIZAR LAS PRUEBAS ESCRITAS SIN NEGRITA MIENTRAS ESTA FUNCIONANDO EL GENERADOR. EL TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DEBE SER DE MINIMO 15 MINUTOS

<u>INDICACION</u>: ANTES DE ABANDONAR EL CUARTO DEL GENERADOR USTED DEBE DE:

CONECTAR GENERADOR EN <u>AUTO</u>		2S
ESPERAR APAGADO DEL GENERADOR		S
LECTURA DE HOROMETRO		S
SUBIR BREAKER DE CONEXION		2S

OBSERVACIONES:

<u>PRUEBA DE EJERCICIO MENSUAL</u>

FECHA		
LECTURA DEL HOROMETRO AL INICIO DEL EJERCICIO		HORAS
SIMULACION DE FALLA DE ENERGIA		
TIEMPO ANTES QUE ENCIENDA EL MOTOR DE ARRANQUE		SEGUNDOS
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE		SEGUNDOS
TIEMPO ANTES DE QUE SE TRANSFIERA LA CARGA		SEGUNDOS
VOLTIOS AC DESPUES DE TRANSFERENCIA		VAC
AMPERIOS AC DESPUES DE TRANSFERENCIA		AMPERIOS
HERTZ DESPUES DE TRANSFERENCIA		HERTZ
PRESION DE ACEITE DESPUES DE TRANSFERENCIA		L/P^2
VOLTIOS DC DESPUES DE TRANSFERENCIA		VDC
AMPERIOS DC DESPUES DE TRANSFERENCIA		AMPERIOS
TEMPERATURA DEL AGUA DESPUES DE 15 MINUTOS		O F
SIMULACION DE RESTAURACION DE LA ENERGIA		
TIEMPO DE RETRANSFERENCIA		MINUTOS
TIEMPO ENTRE RETRANSFERENCIA -APAGADO DEL MOTOR		MINUTOS
LECTRURA DEL HOROMETRO AL FINAL DEL EJERCICIO		HORAS
ASEGURESE QUE EL SISTEMA QUEDE EN ENCENDIDO AUTOMATICO		

OBSERVACIONES:

CHEQUEO REALIZADO POR:

NOMENCLATURA

2S: DOS VECES POR SEMANA
S: SEMANAL
M: MENSUAL
T: TETRAMESTRAL
SE: SEMESTRAL
A: ANUAL
A2: CADA DOS AÑOS

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD OPERACIÓN DE TÚNELES

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS

MARCA: **MODELO:** **SERIE:** **DESCRIPCIÓN:**

 # INVENTARIO: **FECHA DE COMPRA:** **PROVEEDOR:** **VALOR:** US$

Fecha	Asignado a:	# de O/T	# de S/M	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	COSTO MANO DE OBRA ($)	REPUESTOS UTILIZADOS	COSTO REPUESTOS ($)	COSTO TOTAL ($)

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

ANEXO 8

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES
MI. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

CARTILLA DE REGISTRO DE INSPECCIONES

INSPECCIÓN DE: _____ **Nro.**

COMPAÑÍA / PROFESIONAL / TECNICO: _____

(REALIZADA POR)

A) DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN REALIZADA:

RECURRENCIA DE INSPECCI _____ **EN** _____

B) DETALLE DE NOVEDADES DETECTADAS:

1)

2)

3)

4)

E) OBSERVACIONES Y CONDICIONES ESPECIALES:

REALIZADA POR:

RECIBIDA POR:

NOMBRE Y FIRMA:

NOMBRE Y FIRMA:

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES

MI. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

FORMULARIO DE CONTROL DE LIMPIEZA CENTRAL CCTV

TAREAS DE MANUTENCION DE LIMPIEZA REALIZADAS EN EL MES DE:_____

PERIODO (DÍAS): DESDE_____ HASTA_____

ITEM	UBICACION	LABOR O TAREA	EJECUTADO	RECURRENCIA	NOTAS U OBSERVACIONES
1	OFICINAS	Desalojo de basura de tachos de la oficina		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
2		Limpieza de mesones de trabajo		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
3		Limpieza de archivadores elevados (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
4		Limpieza de archivadores verticales y horizontales (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
5		Limpieza de equipos de oficina (exterior)		según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
6		Barrido de pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
7		Trapear pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
8		Limpieza de teléfonos (exterior)		según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
9		Mantenimiento de plantas interiores cuando amerite		2 veces por semana	de lunes a viernes a partir de las 17h30
10		Limpieza anaqueles de monitores		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
11		Limpieza monitores (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
12		Limpieza racks PLC (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
13		Limpieza Pantalla de control estado equipo (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
14		Limpieza de manchas y huellas de puertas		según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
15		Limpieza de manchas y huellas de interruptores de luz		semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
16		Limpieza y aspirada de marcos de puertas, cenefas y áreas de difícil acceso		semestral	de lunes a viernes a partir de las 17h30
17		Desempolvar bases de sillones y sillas, limpieza		semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
18		Desempolvar marcos y filos de cuadros		semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
19		Retiro de telarañas en área de oficina		quincenal	Fin de semana
20		Limpieza de cornisas		semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
21		Limpieza de rejillas del aire acondicionado		quincenal	Fin de semana
22		Limpieza de vidrios y ventanas o cuando amerite interiores		mensual	de lunes a viernes a partir de las 17h30
23		Limpieza ventanales fachada exterior		semestral	Fin de semana
24		Revisión de condiciones y estado de presentación del edificio en general		permanentemente	Técnicos y Supervisores ejecutarán esta labor
25		Lavado de paneles		según necesidad	Fin de semana
26	BAÑOS	Desalojo de basura de tachos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
27		Limpieza y desinfectada de inodoros		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
28		Limpieza y desinfectada de urinarios		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
29		Limpieza y desinfectada de lavabos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
30		Barrer pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
31		Trapear y desinfectar pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
32		Limpieza de mesones		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
33		Limpieza de espejos de baños		diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
34		Limpieza de grifería		según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
35		Retiro de telarañas		quincenal	Fin de semana
36	PATIOS	Recoger basura		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
37		barrer patio		2 veces por semana	de lunes a viernes a partir de las 7h30
38		baldear patio		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30

NOVEDADES, NOTAS U OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL MES:

ANEXO 8

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

ANEXO 8

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES
M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

INFORMACION DE CONTRATO

M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL **Nro.**

COMPAÑÍA / PROFESIONAL / TECNICO:
(CONTRATISTA)

A) DESCRIPCION DEL SERVICIO:

B) FECHA DE FIRMA INICIAL: **C) MONTO INICIAL:**

D) DETALLE DE EDIFICACIONES Y/O EQUIPOS QUE CUBRE EL SERVICIO:

E) OBSERVACIONES Y CONDICIONES ESPECIALES:

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES
MI. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

CUADRO DE CONTROL DE CONTRATOS

INFORMACIÓN GENERAL DE CONTRATOS DE MANTENIMIENTO PARA LOS TÚNELES DE GUAYAQUIL MONTOS, FECHAS, REVISIONES, TERMINACIÓN, PERÍODO DE TIEMPO										
CONTRATISTA	DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO Y DEL ALCANCE DEL SERVICIO RESUMIDO	MONTO INICIAL FECHA FIRMA	REVISIONES DEL CONTRATO Y DEL MONTO		FECHA DE TERMINACIÓN	OBSERVACIONES	MONTO CON REVISIONES EFECTUADAS	MONTO ACTUAL + I.V.A (12%) CON REVISIONES EFECTUADAS	FORMA DE PAGO	RECOMENDACIÓN PARA EL AÑO 2003 CON RELACIÓN A CADA CONTRATO DE SERVICIO TERCERIZADO EN GUAYAQUIL
			CADA 6 MESES	MANO DE OBRA INCREMENTO O REDUCCIÓN DEL SERVICIO						

CODIGOS FORMA DE PAGO:
M=MENSUAL

BM=BIMESTRAL (CADA DOS MESES)

VALOR TOTAL MENSUAL:	$0,00	

UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES

MI. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

FORMULARIO DE CONTROL DE LIMPIEZA CENTRAL ELÉCTRICA

TAREAS DE MANUTENCION DE LIMPIEZA REALIZADAS EN EL MES DE:_____

PERIODO (DIAS): DESDE_____ HASTA_____

ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	EJECUTADO	RECURRENCIA	NOTAS U OBSERVACIONES
1	CENTRO TRANSFORMA-DORES, M.T, B.T	Desalojo de basura de tachos de la oficina		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
2		Limpieza carcaza transformadores (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
3		Limpieza de celdas MT(exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
4		Limpieza de celdas de breaker principales (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
5		Limpieza de celdas de Distribución BT(exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
6		Barrido de pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
7		Aspirado de pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
8		Limpieza de canaletas (exterior)		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
9		Limpieza de manchas y huellas de puertas		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
10		Limpieza de manchas y huellas de interruptores de luz		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
11		Limpieza y aspirada de marcos de puertas, cenefas y áreas de difícil acceso		semestral	de lunes a viernes a partir de las 7h30
12		Retiro de telarañas		quincenal	Fin de semana
13		Limpieza de rejillas del aire acondicionado		quincenal	Fin de semana
14		Limpieza de canales en piso de cables		trimestral	de lunes a viernes a partir de las 7h30
15		Revisión de condiciones y estado de presentación del edificio en general		permanentemente	Técnicos y Supervisores de ejecutarán esta labor
16	CENTRO UPS	Desalojo de basura de tachos de la oficina		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
17		Limpieza carcaza UPS (exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
18		Limpieza de Arrancadores de ventiladores(exterior)		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
19		Barrido de pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
20		Aspirado de pisos		diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
21		Limpieza de canaletas (exterior)		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
22		Limpieza de manchas y huellas de puertas		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
23		Limpieza de manchas y huellas de interruptores de luz		semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30
24		Limpieza y aspirada de marcos de puertas, cenefas y áreas de difícil acceso		semestral	de lunes a viernes a partir de las 7h30
25		Retiro de telarañas		quincenal	Fin de semana
26		Limpieza de rejillas del aire acondicionado		quincenal	Fin de semana
27		Limpieza de canales en piso de cables		trimestral	de lunes a viernes a partir de las 7h30
28		Revisión de condiciones y estado de presentación del edificio en general		permanentemente	Técnicos y Supervisores de ejecutarán esta labor

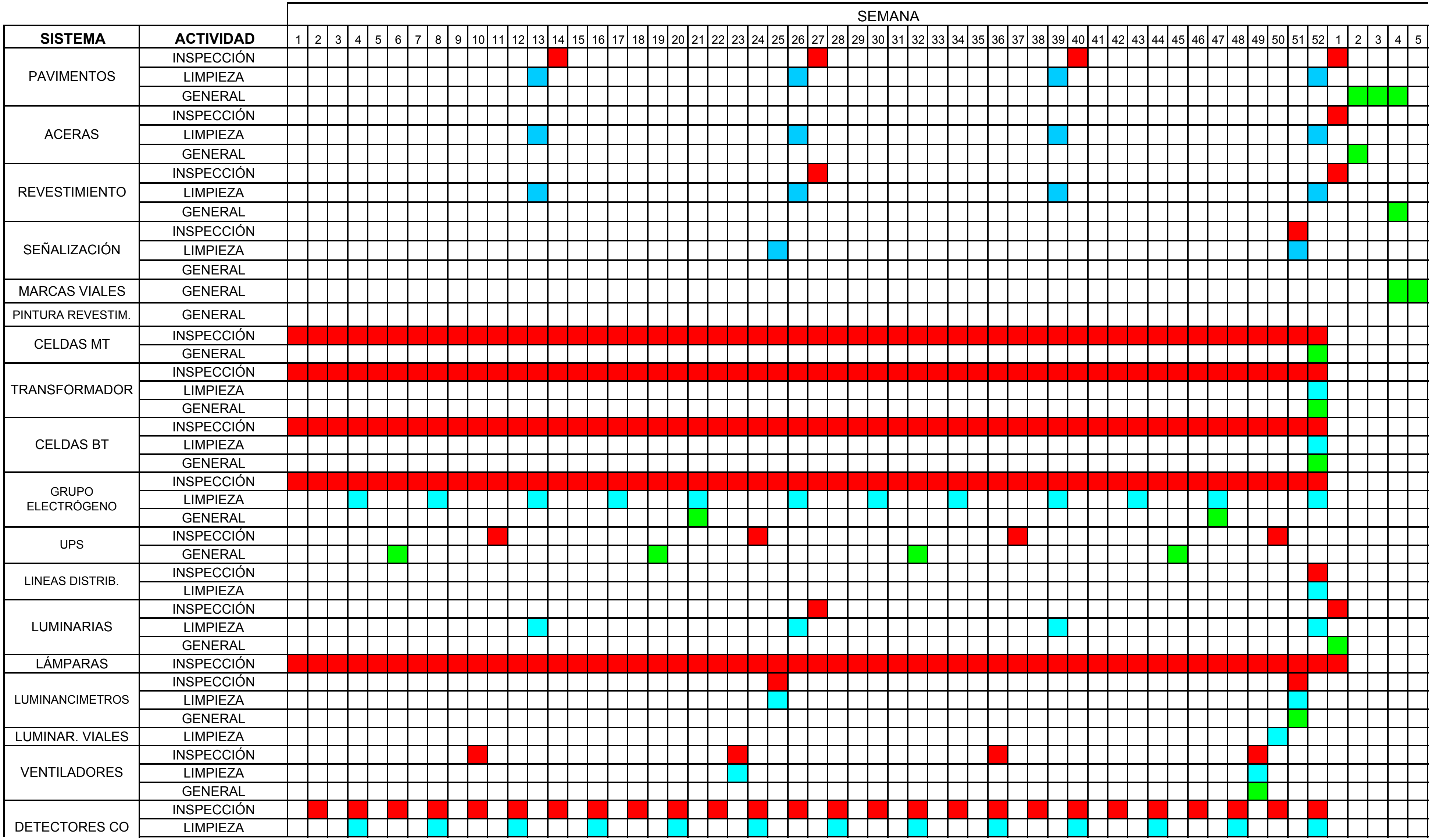
NOVEDADES, NOTAS U OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL MES:

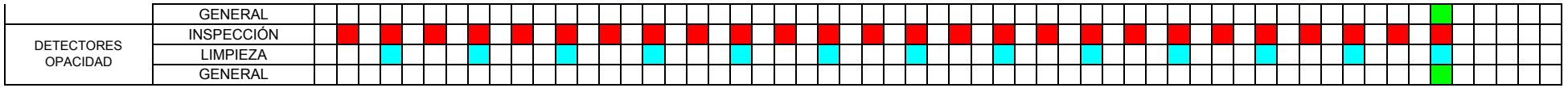
POR JEFE CUADRILLA:

POR JEFE CENTRAL DE TRANSFORMACION.:

FORMATOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

CRONOGRAMA

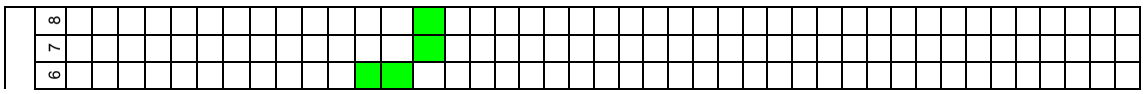

SEMANA
SISTEMA
ACTIVIDAD
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 1 2 3 4 5
PAVIMENTOS
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
ACERAS
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
REVESTIMIENTO
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
SEÑALIZACIÓN
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
MARCAS VIALES
GENERAL
PINTURA REVESTIM.
GENERAL
CELDAS MT
INSPECCIÓN
GENERAL
TRANSFORMADOR
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
CELDAS BT
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
GRUPO ELECTRÓGENO
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
UPS
INSPECCIÓN
GENERAL
LINEAS DISTRIB.
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
LUMINARIAS
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
LÁMPARAS
INSPECCIÓN
LUMINANCIMETROS
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
LUMINAR. VIALES
LIMPIEZA
VENTILADORES
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
GENERAL
DETECTORES CO
INSPECCIÓN
LIMPIEZA



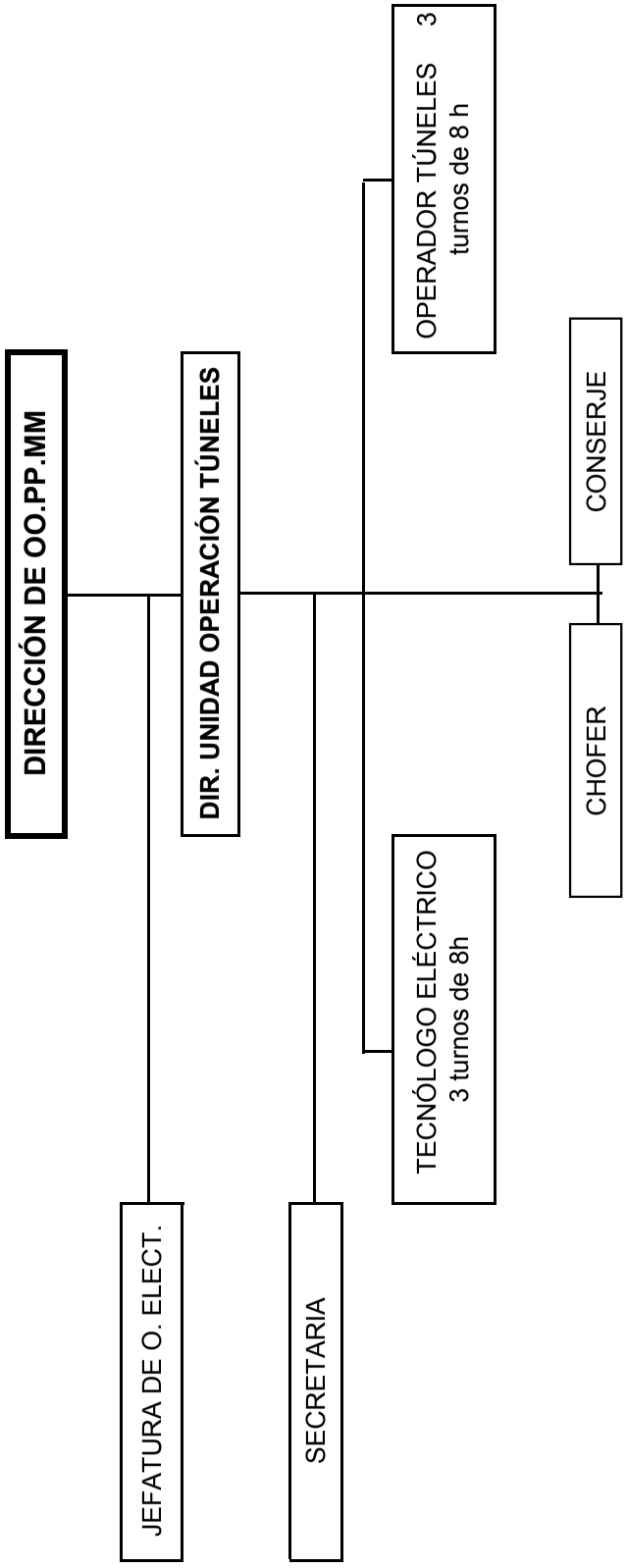
INSPECCIÓN
LIMPIEZA
MANT. GENERAL PERIÓDICO

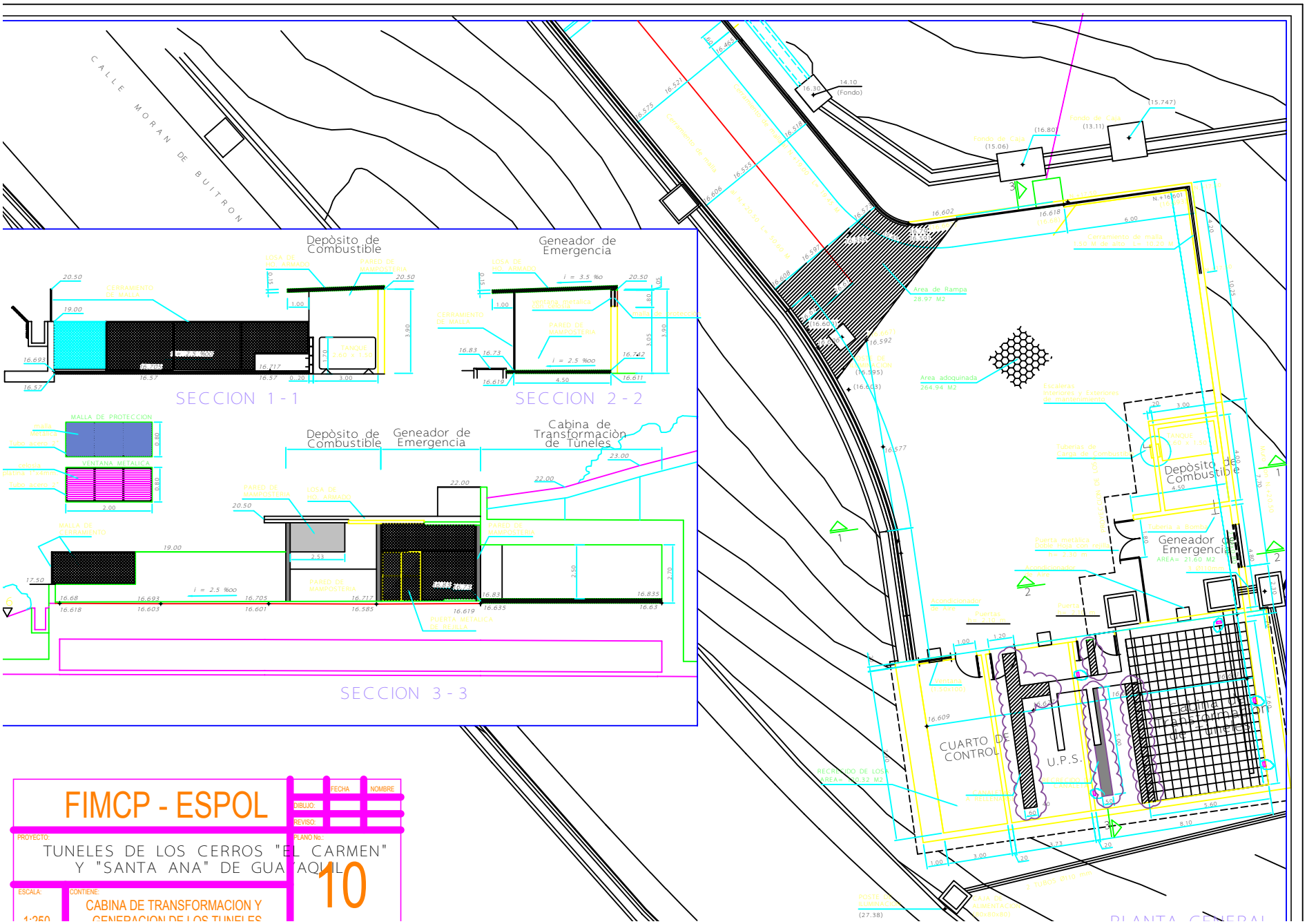
ANEXO 10

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL DE LOS TÚNELES



ORGANIGRAMA CON ESTRUCTURA DE RECURSOS EXTER





FIMCP - ESPOL

FECHA | NOMBRE

DIBUJO:

REVISO:

PROYECTO:

TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL

PLANO No.:

10

ESCALA:

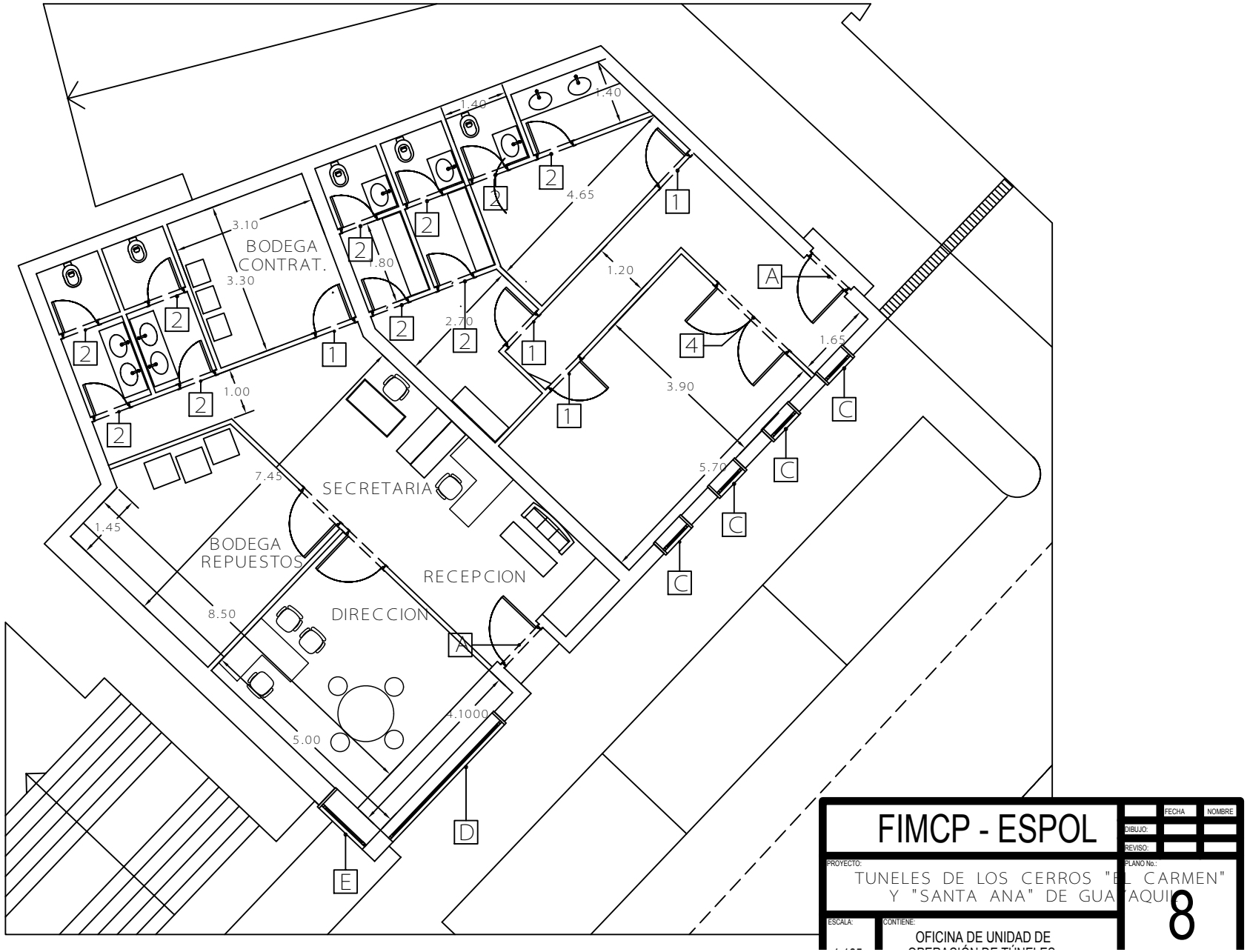
1:250

CONTIENE:

CABINA DE TRANSFORMACION Y GENERACION DE LOS TUNELES

ANEXO 10

AREAS DE TRABAJO



FIMCP - ESPOL

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO:		
REVISO:		

PROYECTO:
TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL

ESCALA:

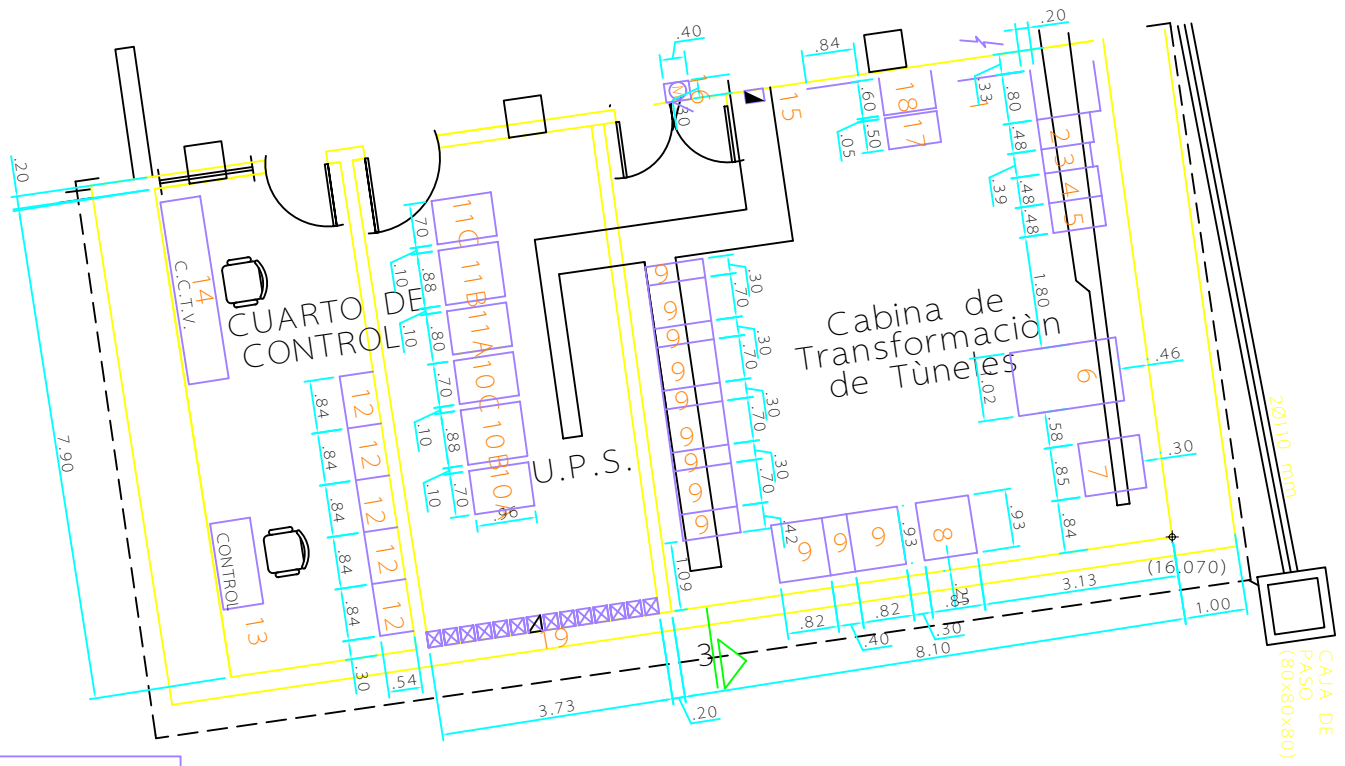
CONTIENE:
OFICINA DE UNIDAD DE OPERACIÓN DE TÚNELES

PLANO No.:
8

AREAS DE TRABAJO

ANEXO 19

AREAS DE TRABAJO



SIMBOLOGIA	
1	Celda de medicion
2	Celda de disyuntor principal
3	Celda de remonte
4	Celda de proteccion transformador
5	Celda de proteccion transformador reserva
6	Transformador 630 KVA
7	Tablero correcion de factor potencia fijo 60 KVAR
8	Tablero correcion de factor potencia variable 105 KVAR
9	Tablero principal de baja tension
10A	BATERIA U.P.S. #1 100KVA
10B	U.P.S. #1 100KVA
10C	TRANSFORMADOR PARA U.P.S. #1 100KVA
11A	BATERIA U.P.S. #2 100KVA
11B	U.P.S. #2 100KVA
11C	TRANSFORMADOR PARA U.P.S. #2 100KVA
12	TABLERO CONTROL P.L.C.
13	EQUIPO DE CONTROL Y SUPERVISION
14	EQUIPO SISTEMA DE CCTV
15	PANEL DE SERVICIO GENERAL
16	TABLERO DE MEDIDOR DE CABINA TUNELES
17	RECTIFICADOR 110 V.DC

FIMCP - ESPOL

FECHA | NOMBRE

DIBUJO:

REVISO:

PROYECTO:

TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL

PLANO No.: 9

ESCALA: 1:125

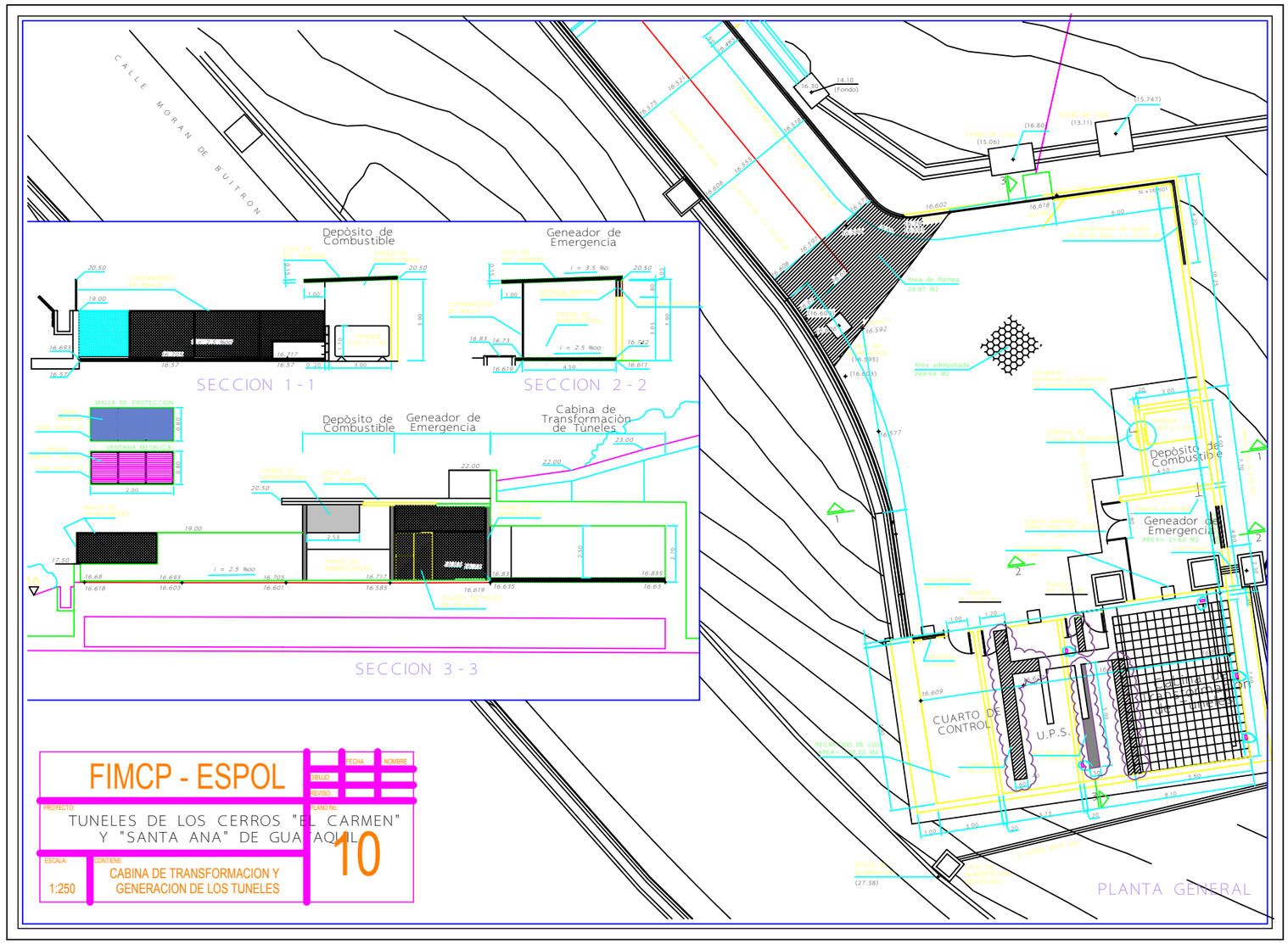
CONTIENE:

CABINA DE TRANSFORMACION Y CUARTO DE CONTROL Y U.P.S.

ESCALA DE PLOTEO 1:250

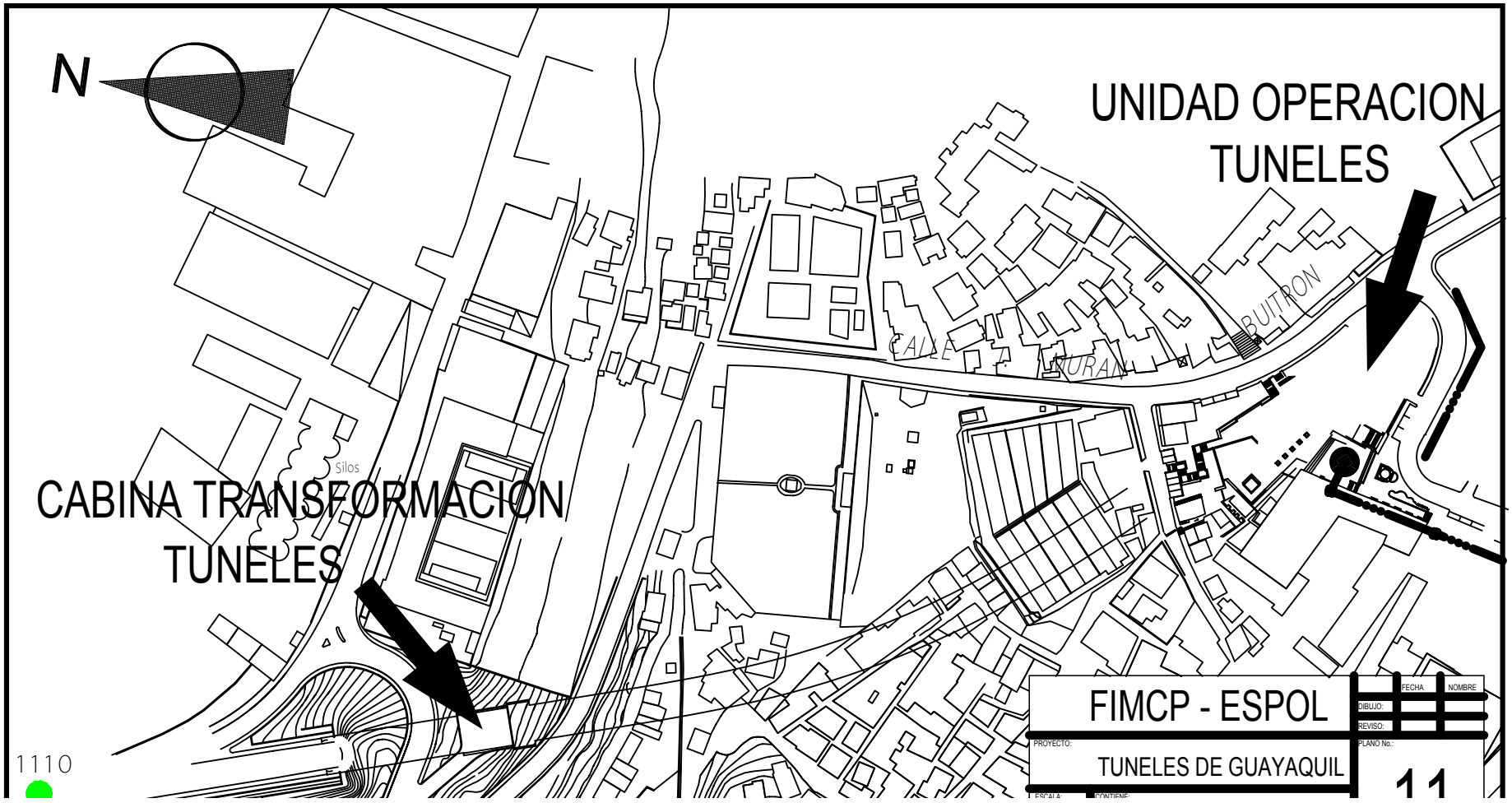
ANEXO 13

AREAS DE TRABAJO



FIMCP - ESPOL	FECHA	NOMBRE
	DIBUJO:	
	REVISO:	
PROYECTO: TUNELES DE LOS CERROS "EL CARMEN" Y "SANTA ANA" DE GUAYAQUIL	PLANO No.:	10
ESCALA: 1:250	CONTIENE: CABINA DE TRANSFORMACION Y GENERACION DE LOS TUNELES	

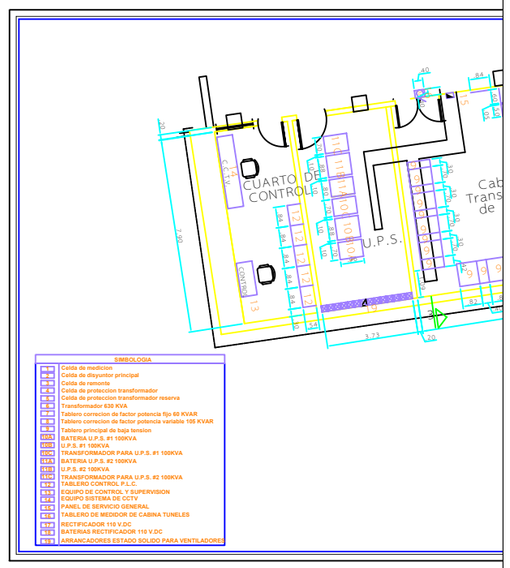
ESCALA DE PLOTEO 1:2500



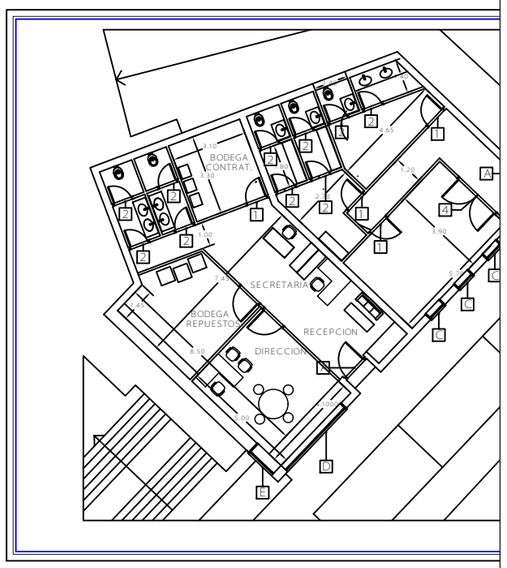
ANEXO 13

AREAS DE TRABAJO

ESCALA DE PLC



ESCALA DE PLO



BIBLIOGRAFÍA

1. ALAN E. VARDY, Safety in Road and Rails Tunnels, Fourth International Conference, Madrid, 2-6 April 2001.

2. COMPAÑÍA ESTEBAN SÁNCHEZ Y ASOCIADOS, Mantenimiento Eléctrico Preventivo.

3. DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL, Manual de Explotación de Túneles de Carreteras Directrices para su Elaboración.

4. Estudio del Comportamiento de los Materiales de Construcción dentro de una Manutención Planeada en la Ciudad de Guayaquil" (Tesis para Arquitectura de la Universidad Católica de Guayaquil)

5. H.B Maynard, "Manual de Ingeniería y Organización Industrial"

6. ING. RODRIGO SARZOSA, Documentación de cátedra de materia de Mantenimiento Productivo Total (TPM) dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial (FIMCP)

7. L.C. MORROW, Mantenimiento Industrial.

8. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, Cada equipo instalado en los Túneles.

- El personal de supervisión de las actividades de mantenimiento realizará además las inspecciones de las edificaciones y el equipamiento en general para verificar su correcto estado funcional y para determinar requerimientos adicionales de mantenimiento.

- Se recomienda crear una Unidad de Monitoreo y Operación de los Túneles, que realice además de la administración de los túneles, la supervisión de los trabajos a realizar. Esta Unidad requerirá del siguiente personal: Un Director o Jefe de la Unidad, secretaria, conserje, 3 operadores y 3 tecnólogos.

- Se deberá contar con una partida presupuestaria, para los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo a ejecutarse. Los contratos de mantenimiento preventivo, se ajustarán a lo establecido en las bases, en cambio los correctivos estarán sujetos a la revisión y aprobación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil.

- Se recomienda que se elabore un presupuesto de gastos operativos anual para el Túnel y sus instalaciones, así como una proyección de la cuenta de mantenimiento correctivo y de reposición de partes, insumos o piezas.

- Se recomienda realizar una tabulación de todas las operaciones estándares necesarias en forma escrita, sean estas de mantenimiento,