



# **CNEL EP - UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL**

---

**EXTENSIÓN A LA LÍNEA DE  
SUBTRANSMISIÓN NUEVA PROSPERINA  
2 PARA DIVIDIR LA BARRA A  
MAPASINGUE**

---

**DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN  
ESTUDIOS ELECTRICOS**

**MEMORIA TÉCNICA**

## Contenido

ANTECEDENTES.....	3
ESTUDIOS PRELIMINARES.....	3
Ruta de la Línea de Alta Tensión .....	3
Levantamiento Topográfico.....	4
DISEÑO ELÉCTRICO .....	4
Base Técnica .....	5
Estimación de carga.....	5
Selección de Voltaje .....	5
Selección del Conductor.....	6
Impedancias.....	6
Cable de Guarda (Fibra Óptica OPGW de 24 fibras) .....	7
Aisladores.....	8
Performance.....	11
ESTIMACION PRELIMINAR DE LA RUTA.....	12
Consideraciones Generales.....	12
Altura.....	12
Nivel de Contaminación .....	12
Derecho de Vía.....	12
Cruces .....	12
Riesgos.....	13
DISEÑO DETALLADO.....	14
Consideraciones Generales.....	14
Gestión de permisos especiales.....	14
Postes y Estructuras.....	14
Normalización de postes.....	14
Tipos de estructuras.....	15
Vanos .....	15
Claros.....	16
Libramientos al suelo.....	16

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador.Telf.:04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

Libramientos a otras líneas .....	16
Otros libramientos .....	16
Distancia entre conductores.....	17
Distancia de los conductores a la estructura .....	17
Nivel de Aislamiento .....	17
Aislamiento .....	18
Distancia de Fuga.....	18
Aisladores.....	18
Accesorios.....	19
Apantallamiento.....	19
Cálculo de flechas y tensiones.....	19
Puesta a tierra .....	20
Planos.....	20
NORMAS DE CONSTRUCCIÓN.....	20
Fundaciones.....	21
PRESUPUESTO REFERENCIAL .....	21



## ANTECEDENTES

La CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, requiere obras de Mejoras para el año 2015 en su sistema de subtransmisión (69 KV), tomando en consideración la actual situación de la ciudad y su incidencia en el crecimiento de la demanda. Dentro de su planificación ha considerado necesario la división de la Barra de la Subestación Mapasingue y su interconexión a la Línea de Subtransmisión Nueva Prosperina 2. El requerimiento de CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP para el diseño y posterior construcción del tramo de la línea de 69.000 voltios desde la Subestación Mapasingue hasta la Línea de Subtransmisión Nueva Prosperina 2, se basa en que la Unidad de Negocios necesita aumentar la confiabilidad en el sector Industrial de la Florida y brindar de manera continua el servicio eléctrico a sus usuarios mejorando de esta forma los indicadores de calidad TTIK (Tiempo total de Interrupción por KVA instalado) y FMIK (Frecuencia media de interrupción por KVA instalado).

El estudio eléctrico realizado, tienen como objetivo principal precautelar la vida útil de los equipos, disminuir las pérdidas técnicas, dar continuidad al servicio, mantener niveles de calidad de producto, niveles bajos de frecuencia y duración de las interrupciones y tener un sistema flexible que permita realizar transferencia entre líneas de un mismo o diferente subsistema. Adicionalmente se trata de realizar ampliaciones y mejoramientos de los sistemas de Subtransmisión para satisfacer toda la demanda de electricidad requerida por los actuales o futuros clientes.

Este documento contiene las especificaciones técnicas, memoria de cálculo y demás información relacionada con los diseños de las líneas.

## ESTUDIOS PRELIMINARES.

### Ruta de la Línea de Alta Tensión

En el diseño se ha seleccionado la ruta más adecuada, el trazado se ha realizado de tal manera que la afectación al sector sea la menor posible. Se analizaron los factores técnicos más importantes entre los cuales la necesidad de utilizar estructuras tipo suspensión urbana con ángulo de deflexión urbana de 1°, circuito simple y con cable de guarda de fibra óptica OPGW, lo cual incluye aisladores line post en un solo lado para alejar el conductor de la línea de fábrica establecida por el municipio en el sector del cruce del perímetro urbano, de manera de facilitar la etapa de construcción para llevar los equipos y herramientas requeridos para su ejecución; de igual manera el construir la línea junto a la vía facilitará

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador. Telf.: 04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

el mantenimiento de la misma. La ruta de la línea se inicia en la Subestación Mapasingue en la cual se incluye el switch para la partición de la barra desde un poste a ser instalado dentro de la Subestación y desde aquí hasta un switch ubicado aproximadamente a 100 metros de la Línea de Subtransmisión Nueva Prosperina 2, con una longitud aproximada de 0.65 km. El trazado se indica en los planos respectivos.

Como coordenadas de referencia en UTM-WGS84 tenemos:

PUNTO	COORDENADAS DE TRAMO NUEVA PROSPERINA 2 - SE MAPASINGUE	
	X	Y
1	618287,27	9763783,52
2	618287,95	9763798,69
3	618329,93	9763796,2
4	618340,62	9763883,39
5	618350,98	9763974,02
6	618358,37	9763977,15
7	618316,11	9764020,87
8	618290,1	9764050,21
9	618298,24	9764067,27
10	618216,18	9764077,74
11	618130,92	9764090,51
12	618153,99	9764108,1
13	618143,93	9764014,53
14	618135,79	9763940,7

### **Levantamiento Topográfico**

La topografía en este sector es regular y se observar a simple vista que no existen desniveles importantes. Al no existir muchos accidentes en la trayectoria determinada, y contando con aceras y bordillos ya definidos en la mayor parte de la trayectoria los planos de ampliación de la vía, no existe la necesidad de recurrir a un levantamiento topográfico más aun considerando que la trayectoria final de la línea se la considera del lado sur de la vía en la cual los trabajos de ampliación se encuentran prácticamente concluidos.

### **DISEÑO ELÉCTRICO**

El diseño eléctrico de las líneas tiene la particularidad de que algunos parámetros ya han sido determinados previamente por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP.

Está determinación previa por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, responde a un adecuado sistema de estandarización de su sistema de subtransmisión.

### **Base Técnica**

Para la elaboración del diseño de la línea 69 KV se han tomado como base los siguientes documentos:

- National Electrical Safety Code (2007), publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
- Manual de Diseño para Líneas de Transmisión de Alto Voltaje (Boletín 1724E-200) de la Administración de Electrificación Rural (REA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión de México.
- Estructuras Tipo para Líneas de Subtransmisión 69 KV de la Distribución y Comercialización de INECEL.
- Proyecto de Normalización de Líneas y Subestaciones a 69 KV de la Dirección Ejecutiva de Distribución y Comercialización de INECEL.

### **Estimación de carga**

El calibre del conductor es una condición preexistente.

Para los efectos prácticos, cuando sea necesario, se asumirá una carga del 75% de la capacidad nominal del conductor.

### **Selección de Voltaje**

Según estandarización de la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, y tratándose de la línea tomara carga de otra subtransmisión para que a futuro sirva de interconexión con otras líneas existentes, se establecen los siguientes parámetros de diseño para el voltaje:

- Voltaje nominal línea a línea 69 KV.
- Voltaje máximo línea a línea 72.5 KV.



### **Selección del Conductor**

El conductor seleccionado para el diseño de esta línea es 500 MCM, aluminio reforzado con aleación de aluminio ACAR, 24/13, si no se indica lo contrario.

Tomando como referencia el catálogo de General Cable, las características físicas del conductor HAWK son las siguientes:

- 24 hilos de aluminio, 3.44mm de diámetro.
- 13 hilos de acero, 2.68mm de diámetro.
- Sección total del conductor: 253.35 mm<sup>2</sup>.
- Diámetro exterior: 20.67 mm.
- Peso nominal por cada 1000 m: 697 Kg en total.
- Tensión de ruptura: 5394 Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1000 m: 0.1193 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 658 amperios

### **Impedancias**

Las impedancias de la línea bajo diseño se han calculado sobre la base de lo indicado en "Transmission and Distribution Electrical Reference Book" de Westinghouse y tomando en cuenta una longitud aproximada de 0.60 Km.

Como se trata de una línea aérea con conductor desnudo y de una longitud considerablemente menor a 80 Km., el efecto de la capacitancia se considera despreciable. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:



*H.*

*je*

IMPEDANCIAS DE LA LÍNEA 69 kV			
Longitud de la línea 69 kV (metros)	600	(aproximada)	
Factor de conversión a millas	0,0006214		
Longitud de la línea 69 kV (millas)	0,37		
Espaciamento entre conductores d (metros)	1,5		
Espaciamento entre conductores d (pies)	4,92		
<b>Características típicas del conductor</b>			
Calibre KCMIL	500		
Código			
Número de hebras (aluminio/acero)	24/13		
Ra resistencia (ohmios/milla)	0,2160	Considerando 75% capacidad	
Xa reactancia inductiva a 1 pie de espaciamento (ohmios por milla)	0,4300		
Xd reactancia inductiva factor de espaciamento (ohmios por milla)	0,1933		
<b>Otras características</b>			
Resistividad del suelo (ohmios - metro)	100		
Re factor de resistencia de secuencia cero	0,2858		
Xe factor de reactancia inductiva de secuencia cero	2,8879		
<b>Resultados obtenidos</b>			
Z1 Impedancia de secuencia positiva $Ra + j(Xa + Xd)$ (ohm)	0,0805	+j	0,2324
Z2 Impedancia de secuencia negativa = Z1 (ohms)	0,0805	+j	0,2324
Zo Impedancia de secuencia cero $(Ra + Re) + j(Xa + Xe - 2Xd)$	0,1871	+j	1,0929

### Cable de Guarda (Fibra Óptica OPGW de 24 fibras)

El cable de guarda con fibras ópticas OPGW deberá emular mecánica y eléctricamente al cable de acero de 1/4" que se ha venido utilizando para este fin, es decir, deberá ser diseñado para garantizar que las estructuras mecánicas de los postes soporten las cargas del cable OPGW, del mismo modo que soportan los cables convencionales, y el cable OPGW deberá soportar la corriente de cortocircuito del sistema sin daño alguno a los materiales ni a la función de transmisión de la información.

El diseño del cable de fibra óptica deberá soportar las tensiones mecánicas, fuerzas de compresión y curvatura esperadas durante el proceso de transporte, montaje, instalación y operación.

Los alambres que conforman las coronas de hilos, según aplique, deberán cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en los Requerimientos Generales según los materiales de fabricación.

Los valores ofrecidos por el fabricante son nominales y permitirán solo las tolerancias especificadas en las normas, a excepción de los valores ofrecidos de resistencia mínima a la rotura y resistencia eléctrica máxima, que son de cumplimiento obligatorio.

Cda. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador. Telf.: 04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material




El oferente, deberá suministrar el cable OPGW, monomodo, con 24 fibras ópticas. Todos los cables deben ser construidos bajo un proceso de control de calidad ISO 9001 como mínimo. Las fibras deben estar recubiertas por capas de material resistente principalmente a la luz ultravioleta, que brinden además:

- Protección a la fibra contra atenuación por microflexión
- Resistencia contra abrasiones y cortes
- Aumento de su fiabilidad
- Mejoras a la estabilidad hidrolítica
- Mayor resistencia mecánica a la fibra
- Protección contra la humedad

Las características del cable de guarda, a ser utilizado y que se encuentra actualmente en servicio son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE	UNIDAD	DESCRIPCIÓN/VALOR	
Sección metálica	mm <sup>2</sup>	82	
Diámetro exterior nominal	mm	11.9	
Paso	mm	170	
Carga de rotura nominal (UTS)	kgf	5047	
Máxima tracción en las peores condiciones climáticas	kgf	2019	
Peso nominal	kg/km	379	
Módulo de elasticidad	kgf/mm <sup>2</sup>	10032	
Coefficiente de dilatación lineal	10 <sup>-4</sup> /°C	16.2	
Radio mínimo de curvatura	durante la instalación	mm	400
	en el dispositivo de freno	mm	476
	después de la instalación	mm	238
Clase de descarga atmosférica	C	50	
Máxima corriente de cortocircuito T <sub>i</sub> =50°C ; T <sub>f</sub> =180°C ; t=0.5s ; I <sub>cc</sub> =8.9 kA (carga de tracción para teste 15% RMC)	(kA) <sup>2</sup> s	40	
Resistencia eléctrica del cable en (CC @ 20°C)	Ω /km	0.519	
Coefficiente de corrección de la resistencia eléctrica con a temperatura del cable	10 <sup>-3</sup> /°C	3.7	
Temperatura de operación	°C	-30	
	°C	+70	
Especificaciones del cable	NBR14074 ; IEEE1138		
Atenuación de las fibras ópticas	1550 nm	- dB/km	
	1310 nm	- dB/km	
PMD de las fibras ópticas	90% de las fibras	- ps/km <sup>1/2</sup>	
	100% de las fibras	- ps/km <sup>1/2</sup>	

### **Aisladores**

Por requerimiento de la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, los aisladores a utilizarse en esta línea 69 KV serán de polímeros (goma de silicón) tanto para las cadenas de suspensión y retención como para los aisladores tipo poste.

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador, Telf.: 04- 2628600 / 3801900

 Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

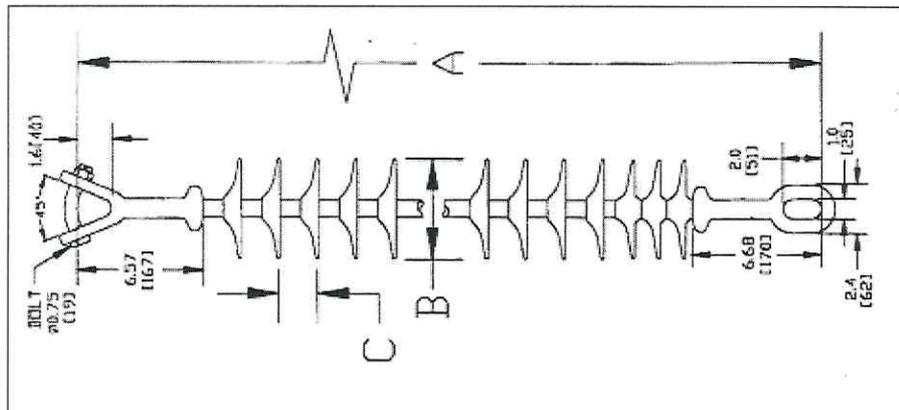
*H.*  
*ge*

### AISLADORES POLIMERICOS TIPO SUSPENSION PARA LINEA A 69 KV

Por el nivel de voltaje el aislador a adquirir tendrá características iguales o similares a las siguientes:

- Componente: El aislador está fabricado sobre un núcleo de varilla de fibra de vidrio recubierta de goma de silicón.
- Voltaje de línea: 69kV
- Tensión de diseño: 72.5 kV
- Valor mínimo de voltaje de descarga a 60 Hertz (seco): 369 kV.
- Valor mínimo de voltaje de descarga a 60 Hertz (húmedo): 333 kV.
- Valor mínimo de voltaje de descarga a tensión de impulso positiva (CIFO): 638 kV.
- Valor mínimo de voltaje de descarga a tensión de impulso negativa (CIFO): 680 kV.
- Tipo de soporte para sujetar al poste (Tower End Fitting): Y-Clevis de acero.
- Tipo de soporte para sujetar la grapa Terminal (Line End Fitting): Ojo.
- Peso estimado: 9,9 libras ó 4,5 kilos.
- Mínima distancia de arco en seco (Dry Arc distance): 37,3 pulgadas ó 947 mm.
- Mínima distancia de fuga (Leakage distance): 86,1 pulgada ó 2.185 mm.
- Carga mecánica especificada, SML(Specified Mech. Load): 25.000 Lbs ó 111,2 KN
- Carga de prueba de rutina, RTL(Routine Test Load): 12.500 Lbs ó 55,6 KN
- Material del aislador y faldas: Goma de Silicón.

El aislador requerido deberá ser similar a la figura adjunta:



**Sus dimensiones varían de acuerdo al nivel de voltaje y al fabricante**

Cda. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador.Tel.:04- 2628600 / 3801900

Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material





### **AISLADORES POLIMERICOS TIPO LINE POST PARA LINEA A 69 KV**

Por el nivel de voltaje el aislador a adquirir tendrá características iguales o similares a las siguientes:  
Componentes: Núcleo de varilla de fibra de vidrio impregnada con epoxy, diámetro aproximado: 2.5 pulgadas o 63 mm. Cuerpo de goma de silicón HTV, inclinación 12 grados. Extremo de aislador de hierro fundido galvanizado por inmersión en caliente, adecuado para instalar grapa tipo mariposa. Base plana para soporte a poste, fabricada de hierro fundido galvanizado por inmersión en caliente.

- Voltaje de línea: 69kV
- Valor de voltaje de descarga a 60 Hertz (seco): 311 kV.
- Valor de voltaje de descarga a 60 Hertz (húmedo): 287 kV.
- Valor de voltaje de descarga a tensión de impulso positiva (CIFO): 532 kV.
- Valor de voltaje de descarga a tensión de impulso negativa (CIFO): 626 kV.
- Mínima distancia de arco en seco (Dry Arc Distance): 809 mm.
- Mínima distancia de fuga (Leakage distance): 2.305 mm.
- Peso estimado: 48,4 libras ó 21,9 kilos.
- Mínima longitud base a centro de soporte para grapa mariposa: 1.034 mm
- Carga tensión especificada, STL (Specified Tensile Load): 5.000 Libras ó 22,2 KN
- Máxima carga cantilever de diseño, MDCL (Max. Design Cantilever Load): 2.414 Libras ó 10,75 KN.
- Carga especificada de cantilever, SCL (Specified Cantilever Load): 4.828 Libras ó 21,5 KN
- Material del aislador: Goma de Silicón.
- La base del aislador es plana y deberá tener una distancia de 12 pulgadas entre el centro orificio superior y el centro del orificio inferior.

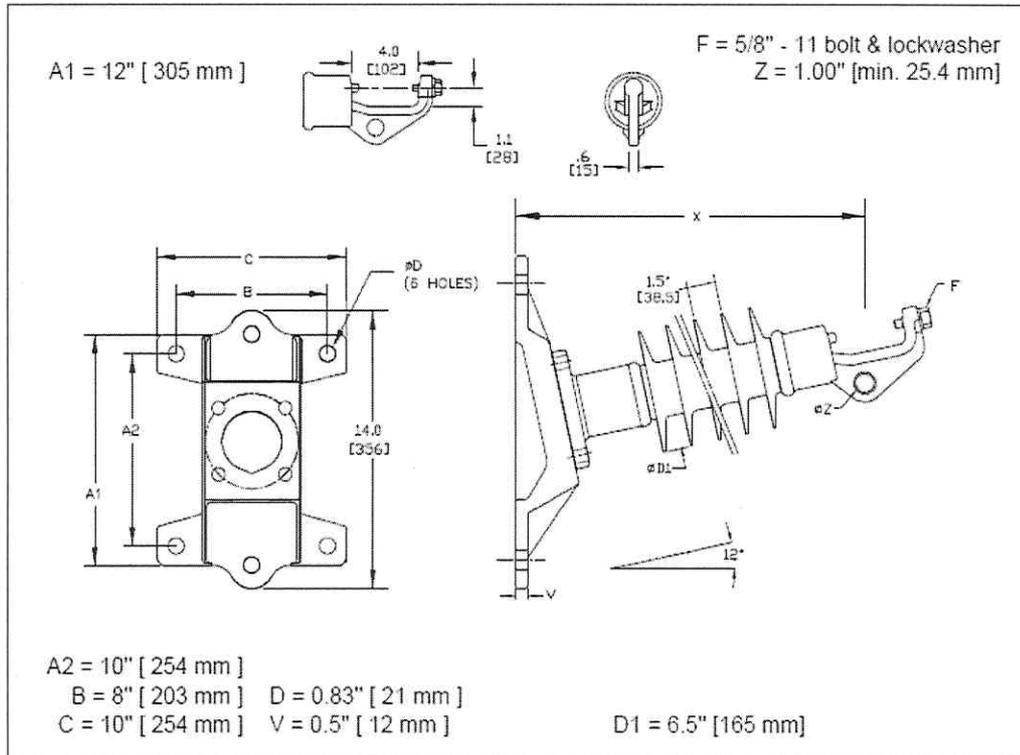
El aislador requerido deberá ser similar a la figura adjunta:

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador.Telf.:04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material



### Performance

Para la estimación del desempeño de la línea, se han asumido condiciones extremas con una carga de 72 MVA a un factor de potencia 0.8 en el terminal de recepción. Bajo estas condiciones se obtienen los siguientes resultados que están dentro de rangos aceptables:

- Regulación de voltaje entre ambos extremos de la línea bajo diseño: 1.67%.
- Eficiencia de la línea medida sobre la relación entre potencia entregada y potencia recibida: 99.2%, lo que da un nivel de pérdidas de potencia menor a 1%.

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador. Telf.: 04- 2628600 / 3801900

Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

## **ESTIMACION PRELIMINAR DE LA RUTA**

### **Consideraciones Generales**

#### **Altura**

No existen consideraciones especiales respecto a diferentes alturas en el recorrido de la línea. Estando ubicado en la zona urbana del Cantón Guayaquil, la línea se construirá a 4 metros de altura sobre el nivel del mar, en todo su recorrido.

#### **Nivel de Contaminación**

Tomando como base las prácticas de Administración de Electrificación Rural (REA) de Estados Unidos de América, la ruta de la línea se puede considerar como de contaminación moderada, entendiéndose como tal áreas con alta densidad de población, emisión de polvo y cercanas a un estero de agua salada pero lejos del mar.

#### **Derecho de Vía**

En la mayor parte del tramo de la ruta, están definidas la línea de fábrica municipal y las aceras o bordillos los cuales concuerdan con los derechos de vías establecidos. Por este motivo, en planimetría se muestra el trazado de la línea y su distanciamiento a los ejes de las vías existentes, siendo responsabilidad de la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, la obtención de la aprobación por parte de la Municipalidad de Guayaquil.

#### **Cruces**

Las disposiciones del Código Nacional Eléctrico de Seguridad (NESC) de Estados Unidos establece en el Artículo 233 la forma de calcular la separación vertical mínima de este tipo de cruce, la que no debe ser menor a 1.54 metros entre el conductor inferior de la línea 69 KV y el conductor superior de otra línea a 69 KV, según el cálculo mostrado a continuación:

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador. Telf.: 04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

Distanciamiento Vertical (NESC 2007)	
	Distancia (metros)
Tabla 233,1 (Hasta 22 KV)	0,60
Adicional 69 KV (10mm/KV)	0,47
Adicional 69 KV (10mm/KV)	0,47
<b>TOTAL</b>	<b>1,54</b>

Por otro lado, el NESC establece un método para calcular la distancia mínima al suelo en caminos, calles y otras áreas sujetas a tráfico de camiones. Según el cálculo mostrado a continuación, el cruce de la Perimetral deber ser mayor o igual a 6.07 metros:

Distancia mínima al suelo (NESC 2007)	
	Distancia (metros)
Tabla 232.1 (Hasta 22 KV)	5,60
Adicional 69 KV (10mm/KV)	0,47
<b>TOTAL</b>	<b>6,07</b>

Estas distancias coinciden con las señaladas en la Regulación No. CONELEC – 002/10 referente a las distancias mínimas de seguridad.

### Riesgos

Se considera la existencia de riesgo, aquellos puntos en los que la trayectoria de las líneas eléctricas se encuentre muy cerca de las estaciones de servicio. La Ordenanza Municipal, que regula la instalación y normas de seguridad de las estaciones de combustibles, dispuso en el Artículo 10.4 del Capítulo I, que se debe mantener una distancia superior a 25 metros desde líneas eléctricas de alta tensión hasta los linderos de las estaciones de servicio, sin embargo, en la trayectoria proyectada de la línea no se observa la existencia de estaciones de combustible.

## DISEÑO DETALLADO

### Consideraciones Generales

#### Gestión de permisos especiales

En el caso de requerirse serán gestionados por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP. En caso de contratarse la obra será por parte del contratista. En el caso de las nuevas líneas de subtransmisión 69 KV, se requiere el siguiente tipo de permiso y aprobación:

Aprobación del Municipio respecto de la ruta de la línea y ubicación de postes y estructuras.

### Postes y Estructuras

#### Normalización de postes

Según la función que desempeñen, se clasifican los postes de acuerdo a las Estructuras a utilizarse es decir: Suspensión, Retención y Angular.

Los postes a ser utilizados para la estructura de suspensión y retención, serán de hormigón armado y vibrado que tienen una geometría exterior tronco piramidal con alvéolos a lo largo de los mismos. Las caras del poste tienen una conicidad constante desde la cogolla hasta la base.

En el análisis de los postes se ha considerado las diferentes cargas que actúan sobre los mismos, en varias hipótesis de cálculo. Entre estas cargas tenemos: cargas verticales, sobrecarga vertical, cargas de viento, efecto de ángulo, sobrecarga longitudinal y desequilibrio longitudinal. Para el diseño, se ha considerado un factor de seguridad igual o superior a 2.

Las cantidades, altura y carga nominal de los postes se encuentran indicadas en los planos de planta, así como en el presupuesto referencial.

Las cimentaciones deberán ser del tipo monobloque, siendo obligatorio un hormigonado con la utilización de hormigón con calidad no menor a P-250 y dosificación no menor a 200 Kilogramos por metro cúbico.

En términos generales, y salvo que se presenten condiciones de terreno especiales, la profundidad de empotramiento deberá ser la décima parte de la altura del poste más cincuenta centímetros, con un mínimo de 2.60 metros.

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador, Telf.: 04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material



Los postes a utilizarse deberán ser suministrados con todas las perforaciones necesarias que garanticen la instalación de cualquier estructura tipo.

### Tipos de estructuras

Se seleccionaron 5 tipos de estructuras o tipos de torres; dos de suspensión y cuatro de amarre para retención y angular cuya denominación y utilización específica se indican a continuación:

- a) Tipo **TU-1-G**: Estructura Tipo Terminal Urbana, Circuito Simple y con Cable de Guarda Tipo Fibra Óptica OPGW. Estructura utilizada como terminal de línea y que usa tensores para contrarrestar el esfuerzo mecánico ocasionado por la línea.
- b) Tipo **SU-1-G**: Estructura Tipo Suspensión Urbana con Ángulo de Deflexión de 1°, Circuito Simple y con Cable de Guarda Tipo Fibra Óptica OPGW. Estructura utilizada con aisladores line post y con vanos máximos de 120mts.
- c) Tipo **AU-1-90°-G**: Estructura Tipo Angular Urbana a 90°, Circuito Simple y con Cable de Guarda Tipo Fibra Óptica OPGW. Estructura utilizada para cambios o giros drásticos de línea de 90°, con aisladores de suspensión y haciéndose el uso indispensable de tensores simples o dobles.
- d) Tipo **RU**: Estructura Tipo Retención Lineal, Circuito Simple y con Cable de Guarda Tipo Fibra Óptica OPGW. Estructura utilizada para retención sin ángulo°, requiere aisladores line post y suspensión.

Se muestran detalle de los diagramas de las estructuras en los planos del proyecto y en los anexos, en las que se visualizan las disposiciones de los conductores.

### Vanos

De acuerdo al levantamiento realizado y a la ubicación de estructuras acordada con la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, resultan vanos para las rutas de la línea con un promedio de 100 metros por vano.

Este vano promedio está en correspondencia con la práctica utilizada por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP de ubicar los postes cada 80 a 100 metros.



### **Claros**

La base de diseño para la conservación de distancias mínimas o claros es el Boletín REA 1724E-200 “Manual de Diseño para Líneas de Transmisión de Alto Voltaje”, edición revisada de septiembre de 1992, que aunque dedicada para el diseño de líneas con postes de madera, se considera aplicable también para postes de hormigón.

La información contenida en el Boletín 1724E-200 está basada en los requerimientos del Código de Seguridad Nacional Eléctrico (NESC).

### **Libramientos al suelo**

La mínima distancia vertical al suelo recomendada para líneas con voltaje nominal entre fases desde 34.5 hasta 69 KV es 6.6 metros para caminos y calles.

Para espacios utilizados solamente por peatones es 5.1 metros, aunque para este diseño no se considerará esta categoría.

A pesar de lo estipulado por estos estándares, la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, tiene la práctica de garantizar una distancia mínima al suelo no menor a 8 metros.

En el caso de esta línea, con postes de 21 metros hincados a una profundidad de 2.60 metros, con una estructura tipo SU-G (V) y asumiendo, en el peor de los casos, una flecha de 1.50 metros, se obtiene un claro mínimo sobre el suelo de 12.7 metros en la mitad del vano.

### **Libramientos a otras líneas**

Para el caso de cruce entre líneas de 230 y 69 KV, se establece una distancia mínima recomendada de 2.5 metros. En el caso de cruces con líneas de TRANSELECTRIC se respetará la exigencia del NESC que establece una distancia mínima de 3.15 metros.

Con relación a líneas primarias de 13.8 KV, el distanciamiento mínimo a guardar por el conductor más cercano de la línea de 69 KV, será de 1.5 metros. Este requerimiento se cumple con exceso para el caso de las líneas existentes que van a ser reubicadas a los postes 69 KV.

### **Otros libramientos**

Aunque no existen cruces deliberados sobre edificaciones existentes, la distancia mínima a guardar sobre techos de edificios o proyecciones no accesibles a peatones, es 4.5 metros.

Para el caso de techos de edificios o balcones accesibles a personas, el distanciamiento vertical mínimo del conductor más bajo de la línea deberá ser 5.1 metros.

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador, Telf.: 04- 2628600 / 3801900

 Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

Específicamente, en los diseños no existen condiciones de este tipo que se deban tener en cuenta.

### **Distancia entre conductores**

Según el Boletín REA 1724E-200, para fases del mismo circuito cuando el voltaje nominal línea a línea es 69 KV, la mínima separación vertical deber ser 1.50 metros; habiéndose respetado esta exigencia en todas las estructuras tipo utilizadas para el diseño.

### **Distancia de los conductores a la estructura**

Bajo condiciones sin viento, la distancia mínima requerida desde el conductor hasta la estructura o templador debe ser 0.94 metros, considerando cadenas de 6 aisladores de disco según REA. En el diseño de esta línea se ha respetado este mismo requerimiento, aún cuando los aisladores son de polímeros con características indicadas en la sección correspondiente.

### **Nivel de Aislamiento**

Según la información suministrada por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, su estándar en el sistema 69 KV tiene un nivel básico de aislamiento de 350 KV, parámetro que será considerado como fundamental para el diseño.

El Boletín REA 1724E-200 recomienda los siguientes niveles de aislamiento para cadenas en suspensión tangente y pequeños ángulos:

- Voltaje de descarga a 60 Hertz (seco): 270 KV.
- Voltaje de descarga a 60 Hertz (húmedo): 170 KV.
- Voltaje de descarga a tensión de impulso positiva: 440 KV.
- Voltaje de descarga a tensión de impulso negativa: 415 KV.

Para estructuras tangentes y pequeños ángulos con aisladores tipo poste, los siguientes niveles de aislamiento son los recomendados:

- Voltaje de descarga a 60 Hertz (seco): 200 KV.
- Voltaje de descarga a 60 Hertz (húmedo): 180 KV.
- Voltaje de descarga a tensión de impulso positiva: 330 KV.
- Voltaje de descarga a tensión de impulso negativa: 425 KV.

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador, Telf.: 04- 2628600 / 3801900



Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

Se puede concluir que el requerimiento de la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP es similar al de REA, por lo que ambos han sido considerados en la selección de aisladores.

## **Aislamiento**

### **Distancia de Fuga**

Para el tipo de contaminación que se ha considerado para la ruta de la línea, se sugiere una distancia de fuga de 40 mm / KV línea a tierra, lo que resulta en 1.60 metros.

Como se puede observar en 5.7.2, se han seleccionado aisladores que cumplen en exceso con este requerimiento porque son aquellos que están siendo utilizados por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, para lograr un mayor alejamiento hacia la calle.

### **Aisladores**

Las marcas y catálogos aquí descritos son referenciales, pudiendo utilizarse estos, similares o mejores, sujeto siempre a la aprobación por la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP.

De acuerdo a nuestros requerimientos, los tipos de aisladores que han sido considerados para el diseño de la línea son los siguientes:

- Aisladores tipo poste para estructuras tangentes y pequeños ángulos, que representan la gran mayoría de la línea. Las principales especificaciones para seleccionar son las siguientes:
  - Los aisladores tienen su base propia para ser fijados al poste.
  - Estos aisladores tendrán valores eléctricos que exceden largamente los requerimientos, con un voltaje crítico de descarga (positivo) de 437 KV.
  - Las principales características mecánicas son: 2,500 libras de esfuerzo en Cantilever para diseño y 5,000 libras de carga de tensión.
  - El aislador seleccionado tendrá un terminal del tipo “TRUNNION” horizontal que permite la utilización de abrazaderas tipo “mariposa” para cable 477 MCM, con resortes en ambas “trunnions” y hardware de acero inoxidable.

- Aisladores en cadena de discos para retención en los cortes o para estructuras tangentes de suspensión en ciertos tramos. Se ha seleccionado el aislador de polímero (goma de silicón). Este aislador está clasificado nominalmente para 115 KV pero ha sido seleccionado sobre la base de las últimas adquisiciones realizadas. Las principales especificaciones para seleccionar son las siguientes:
- Aislador con 25,000 libras de carga mecánica especificada.
  - Tipo de montaje Terminal: Y – CLEVIS del lado de la cruceta y OJO del lado de la línea.
  - 048 pulgadas (122 mm.) de longitud del aislador.
  - Sin anillos para efecto corona.
  - La sujeción del conductor al aislador se hará por medio de una grapa Terminal de aluminio con 25,000 libras de último esfuerzo para sujetarse al ojo de la cadena o una grapa de suspensión de aluminio, tipo empernado, para conductor 477 MCM, con 25,000 libras de esfuerzo último.

### **Accesorios**

Los accesorios de montaje como varillas de armar y conectores de compresión, así como el hardware necesario deberá ser marcas y calidad garantizada.

### **Apantallamiento**

En vista de que ninguna de las estructuras utilizadas supera los 28 metros de altura y de acuerdo a las recomendaciones técnicas estándares, se utilizará un ángulo de apantallamiento que no supere los 35 grados.

Para el caso de las estructuras tangentes SU-G(V), el ángulo de pantalla será de 32°. Para las estructuras de suspensión con cruceta volada, el ángulo de pantalla es 35°.

### **Cálculo de flechas y tensiones**

Los cálculos de flechas y tensiones han sido realizados para las siguientes condiciones de carga en el conductor, aplicables comúnmente en la zona de la costa:

Cdla. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador. Telf.: 04- 2628600 / 3801900

 Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

- Temperatura Mínima: 5° C, sin viento, 25% inicial de tensión de rotura y 33.33% final de tensión de rotura.
- Carga Máxima: 18° C, viento 90 kph, 40% inicial de tensión de rotura y 33.33% final de tensión de rotura.
- Promedio de todos los días: 25° C, sin viento, 25% inicial de tensión de rotura y 20% final de tensión de rotura.
- Temperatura Máxima: 60° C, sin viento, 40% inicial de tensión de rotura y 33.33% final de tensión de rotura.

### **Puesta a tierra**

Se ha previsto la construcción de las puestas a tierra en cada una de las estructuras con una varilla de puesta a tierra, con conductor de cobre N° 4 AWG, la unión del conductor con la varilla se realizará con suelda CADWELD.

Los valores de la resistencia de puesta a tierra en las estructuras de la línea no deberán superar los 10 ohmios, en concordancia con las normas del ex - Inecel, caso contrario deberán aumentarse electrodos adicionales separados una longitud no menor a 6 pies (1.80 metros) y cuyo diámetro no sea inferior a 5/8 de pulgada (16 mm.) y 8 pies (2.40 m) de longitud. En este caso se instalarán varillas cooperweld de 3/4" (19 mm) de pulgada de diámetro y 10 pies (3.05 m) de longitud. La puesta a tierra puede ser mejorada añadiendo compuesto GEM para este propósito.

Para el cálculo de la resistencia de pie de estructura se ha considerado que el nivel isoceraúnico medio de la zona es de 15 días de tormenta al año y de acuerdo a las recomendaciones de las normas del ex - Inecel, se admite la posibilidad de 2 fallas de aislamiento por descargas atmosféricas por cien kilómetros de línea y por año.

### **Planos**

Los planos de las líneas están en el numeral 8 de los archivos adjuntos.

### **NORMAS DE CONSTRUCCIÓN**

La mayoría de las normas de construcción han sido tomadas del Proyecto de Normalización de Líneas y Subestación a 69 KV del ex - Inecel. Al no existir normalización o estándares nacionales actualizados, los trabajos deberán basarse en lo indicado en los anexos correspondientes, en las prácticas comunes

Cda. Garzota, Sector 3, Mz. 47

Guayaquil-Ecuador, Telf.: 04- 2628600 / 3801900

 Colabora con el planeta, no arrojes basura, recicla este material

de la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil, EP, para construcción de éste tipo de líneas y en la experiencia del Contratista.

### **Fundaciones**

La construcción del pilotaje y los cimientos de hormigón deberán regirse por las prácticas estándares de ingeniería civil, según los datos de diseño.

### **PRESUPUESTO REFERENCIAL**

Se puede observar en el archivo 2015-MPH-002 suministrado para efectuar está obra.

Guayaquil, Marzo del 2015