

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN EL INGA 500/230/138 KV

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Subestación (S/E) El Inga se implantará en un área de 17 Hectáreas, ubicada en el sector del Inga Bajo, parroquia rural Pifo perteneciente al cantón Quito, provincia de Pichincha. El proyecto también incluye los vanos de entrada y salida respectivos. Las coordenadas de ubicación del proyecto son las siguientes:

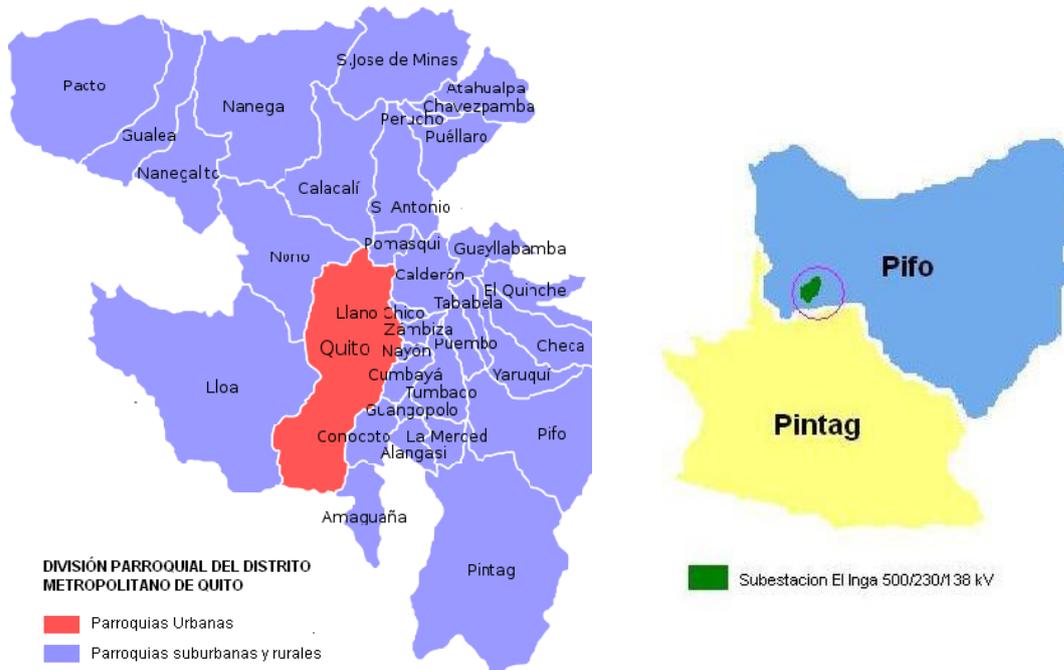
Tabla No 3.1 Coordenadas Subestación El Inga 500/230/138 kV (UTM PSAD 56)

Subestación (S/E) El Inga 500/230/138 kV		
Coordenadas delimitación Terreno UTM – PSAD 56		
PUNTOS	ESTE (X) ZONA 17	NORTE (Y)
1	795919	9966293
2	796116	9966171
3	796156	9966173
4	796366	9966372
5	796475	9966605
6	796339	9966765
7	795942	9966539
8	795919	9966293
Coordenadas Vanos de entrada y Salida		
Vano entrada	795961	9966291
Vano Salida	796017	9966524

Ilustración No 3.1 Esquema delimitación terreno Subestación El Inga



Ilustración No 3.2 Ubicación del proyecto



3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El gobierno de la República del Ecuador ha impulsado la ejecución de los proyectos de generación como el Coca Codo Sinclair de 1500 MW y Sopladora de 487 MW de capacidad, que entrarán en operación entre los años 2014 y 2015. La energía generada por estos proyectos deberá ser evacuada hacia el Sistema Nacional Interconectado (SNI), para lo cual será indispensable la implementación de un sistema de transmisión de 500 kV, que incluye la Subestación (S/E) El Inga 500/230/138 kV.

Es importante señalar que la implementación del patio de 500 kV se realizará en una segunda etapa debido a que no es necesario su inmediata puesta en funcionamiento; al momento se cuenta con los diseños y la programación para la implantación de los patios de 230 kV y 138 kV.

La Subestación (S/E) El Inga 500/230/138 kV, se ubicará en un terreno de propiedad de CELEC EP - TRANSELECTRIC, dentro del cual se ubicarán e instalarán los patios para 138 kV, 230 kV y 500 kV, vías internas, casetas de patios, casetas de guardianía y casa de control.

Desde el patio a 138 kV, se atenderá los requerimientos eléctricos de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), entre los cuales consta el abastecimiento de energía para el nuevo aeropuerto ubicado en el sector de Tababela, y nuevas subestaciones de la EEQ próximas a ser construidas.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La subestación (S/E) El Inga, 230/138 kV, incluirá lo siguiente:

- Un Transformador trifásico de 180/240/300 MVA.
- Cuatro bahías de línea de 230 kV.
- Una bahía de acoplamiento de 230 kV.
- Una bahía de transformador de 230 kV.
- Cuatro bahías de línea de 138 kV.
- Una bahía de transferencia de 138 kV.
- Una bahía de transformador de 138 kV.
- Tramo L/T 2 x 3 Km, 230 kV, doble circuito

Subestación (S/E) El Inga, 230/138 kV, ampliación:

- Un Transformador trifásico de 180/240/300 MVA.
- Una bahía de transformador de 230 kV.
- Una bahía de transformador de 138 kV.

La implantación del patio de 500 kV se realizará a mediano plazo y transformará la energía de 500 a 230 kV, el cual incluirá lo siguiente:

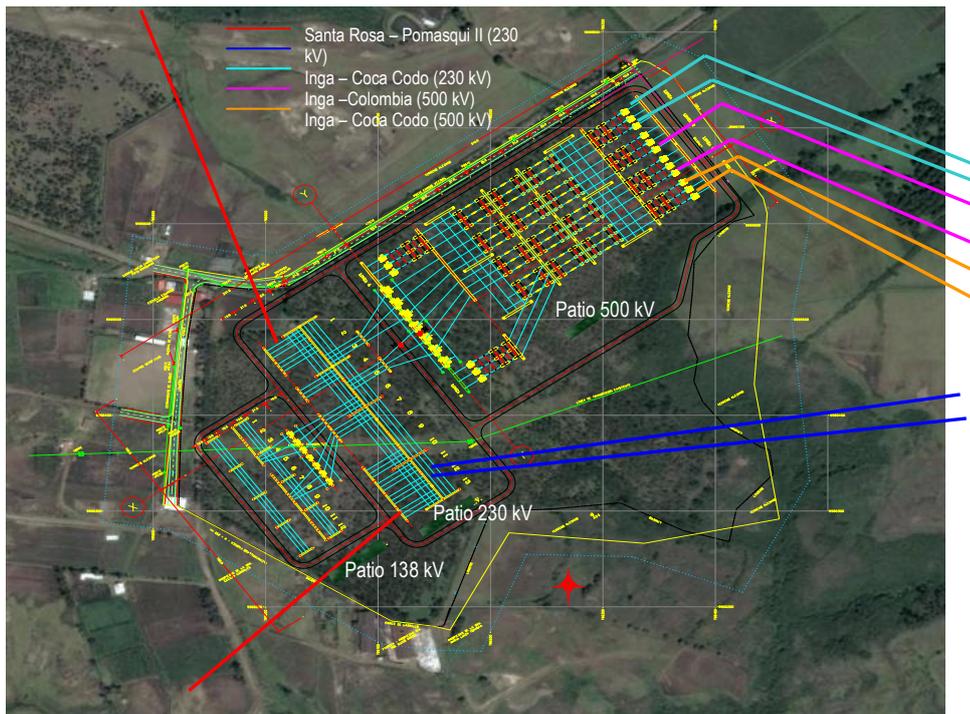
- Tres bancos de transformadores monofásicos de 500/230 kV, 450 MVA.
- Un transformador monofásico de reserva 500/230 kV, 150 MVA,
- Tres bahías de línea de 500 kV
- Tres bahías de transformador de 500 kV
- Una bahía de acoplamiento de 500 kV
- Dos bahías para reactor de línea de 500 kV (1x28 MVAR).
- Dos reactores de línea de 500 kV (1x28 MVAR).
- 1 bahía para reactor de línea de 500 kV (4 x 28 MVAR).
- 1 Reactor de línea de 500 kV (4 x 28 MVAR).
- 1 Módulo común de 500 kV (protecc., ss.aa., control, etc.). Tipo 2.
- 3 bahías de transformador de 230 kV.

La ampliación del patio de 230 kV de la Subestación El Inga, a futuro contendrá

- 2 bahías de línea de 230 kV

En la figura a continuación se presenta el esquema de la Subestación el Inga con los circuitos de transmisión eléctrica de los que se alimentará y distribuirá:

Ilustración No 3.3 Esquema Subestación el Inga 500/230/138 kV



La Subestación contará con casetas de control para cada patio y una casa (edificio) de control, donde serán colocados los equipos para protección, control y mando de la subestación. La casa de control albergará los módulos para los diferentes relés de las protecciones de las bahías y los sistemas de control remoto.

3.3.1 Transformadores Monofásicos y Trifásicos.

El transformador es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las características del transformador monofásico a instalarse se presentan en la Tabla a continuación:

Tabla No 3.2 Características Técnicas Autotransformador Monofásico

Número de fases	1
Frecuencia	60 Hz.
Altitud	2700 msnm.
Temperatura ambiente máxima	20°C
Líquido refrigerante	Aceite
Tipo de instalación	Exterior.
Tensiones nominales en vacío:	EHV. 500 kV HV. 230 kV LV. 34.5 kV
Conexiones:	Arrollamiento EHV Y con neutro.

	Arrollamiento HV Y con neutro. Arrollamiento LV Delta
Grupo de conexiones:	EHV, HV, LV YN0yn0d1

Fuente: CELEC EP - TRANSELECTRIC – Aplicaciones eléctricas S/E 500 kV – 2007

3.3.2 Sistema de Protecciones Eléctricas.

Los sistemas de protecciones eléctricas están conformados por los siguientes componentes: Relés de protección, transformadores de medida, disyuntores de poder, circuitos de control.

- **Relés de protección:** Los relés de protección de los sistemas eléctricos son dispositivos que realizan funciones de control, protección y medida, estos deben satisfacer características operativas como fiabilidad, selectividad, sensibilidad, rapidez., economía y simplicidad.
- **Transformadores de medida y protección:** Los aparatos de medida y los relés de protección, generalmente no están construidos para soportar altas tensiones ni elevadas intensidades de corriente. Además estos aparatos deben estar aislados de las altas tensiones para prevenir accidentes, para lo cual se instalará de dos tipos:
 - a) **Transformador de corriente TC.-** Es un transformador en el cual en condiciones normales la corriente secundaria es proporcional a la corriente primaria y difiere de este en el ángulo de desfase, que es aproximadamente cero. Los datos técnicos de dicho transformador se detallan en la siguiente tabla:

Tabla No 3.3 Datos Técnicos principales del Transformador de corriente.

	Unidad	500 kV	230 kV	34.5
Norma		IEC60044-1	IEC60044-1	IEC60044-1
Tipo:				
Montaje		1Φ exterior	1Φ exterior	1Φ exterior
Núcleos		3N	1N	1N
Voltaje nominal (Vn)	kV	500	230	34.5
Voltaje nominal máxima de servicio	kV	525	245	245
Corriente nominal primaria	A	600	1200	3000
Corriente nominal secundaria	A	5	5	5
Corriente nominal primaria	Hz	60	60	60
Rigidez dieléctrica nominal onda tipo impulso 1.2/50 ms	kV	1800		
Rigidez dieléctrica nominal con onda tipo maniobra 250/2500 ms	kV	1300		
Características de los arrollamientos Secundarios				
Núcleo 1:				
Utilización	VA	Medición	Medición	
Prestación		10	10	
Precisión		Clase 0.5	Clase 0.5	

	Unidad	500 kV	230 kV	34.5
Núcleo 2: Utilización	VA	Protección		
Prestación		10	10	
Factor límite de precisión		15	20	
Precisión		5P	5P	
Núcleo 2: Utilización	VA	Protección		
Prestación		10	10	
Factor límite de precisión		15	20	
Precisión		5P	5P	

Fuente: CELEC EP - TRANSELECTRIC – Aplicaciones eléctricas S/E 500 kV – 2007

- b) **Transformador de potencial TP.**-Este es un dispositivo destinado a la alimentación de aparatos de medición y/o protección con tensiones proporcionales a las de la red en el punto en el cual está conectado. Sus datos técnicos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla No 3.4 Datos Técnicos principales del Transformador de Potencial (TP).

Subestación INGA 500 kV TPC	Unidad	Valor	
Tipo	-	Monofásico	
Montaje	-	Exterior	
Tipo	-	Capacitivo	
Arrollamientos secundarios	No	3	
V nominal (Vn)	kV	500	
V nominal máxima	kV	$525/\sqrt{3}$	
V primario	kV	$500/\sqrt{3}$	
V secundario	kV	$115v/\sqrt{3}$	
Arrollamiento 1	VA	Protección	
Utilización			10
Prestación			3P
Precisión			
Arrollamiento 2	VA	Protección	
Utilización			10
Prestación			3P
Precisión			
Arrollamiento 3	VA	Medición	
Utilización			10
Prestación			0.58
Precisión			

Fuente: TRANSELECTRIC – Aplicaciones eléctricas S/E 500 kV – 2007

3.3.3 Procesos Constructivos de la Subestación

A continuación se menciona las actividades principales que se desarrollarán durante el proceso de construcción y montaje electromecánico de la subestación.

3.3.3.1 Replanteo del proyecto

El replanteo se lo realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación. Consistirá en ubicar puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas y ubicarán de manera precisa las cimentaciones para los diferentes equipos y estructuras, y en general para todas las obras civiles a ser construidas. El equipo topográfico será el encargado de realizar estas mediciones.

3.3.3.2 Adecuación del terreno

Con equipo de construcción vial se llegará hasta los diferentes niveles que cada uno de los componentes de la obra tienen, principalmente las vías internas y la conformación de las plataformas para cada uno de los patios. Las demás actividades no requieren el uso de equipo de construcción vial, sino que se circunscriben al uso de retroexcavadoras, concreteras, vibradores de hormigón, bombas de agua y vibroapisonadores mecánicos; el hormigonado para las diferentes estructuras y edificaciones se realizará utilizando hormigón de planta, transportado en camiones especiales.

3.3.3.3 Colocación de la malla de puesta a tierra

A fin de que todos los sobre voltajes que se originen dentro de la subestación sean descargados a tierra, como parte inicial de la construcción de la subestación, se debe colocar la malla de puesta a tierra, que consiste en un tejido de cables de cobre unidos entre sí mediante procesos termo fundentes, enterrados a una profundidad aproximada de 50 cm y unidos a varillas “copperweld” que van hincadas en el terreno.

La separación entre los cables de cobre y la configuración de la malla de puesta a tierra, serán determinadas en base a la resistividad del suelo. Se dejará cables dispuestos hacia la superficie a fin de conectarlos a todos los equipos y estructuras aéreas de metal.

El diseño del sistema de puesta a tierra permitirá comprobar que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a las que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

3.3.3.4 Construcción de cimentaciones

Se realizará la construcción de bases de hormigón armado, sobre las cuales se asentarán las estructuras metálicas y equipos. Se dejarán colocados pernos de anclaje de acuerdo al diseño que corresponda.

Se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, en forma manual o mediante el uso de maquinaria pertinente. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento.

La siguiente etapa consiste en el hormigonado utilizando materiales que cumplan con las especificaciones técnicas de CELEC EP - TRANSELECTTRIC. Durante este proceso, se tomarán muestras de hormigón para realizar las pruebas de resistencia.

Finalmente, se procederá al retiro de los encofrados y a verificar que el hormigonado ha sido realizado cumpliendo con las especificaciones técnicas referidas, procediendo con el “relleno compactado” utilizando los materiales producto de la excavación.

3.3.3.5 Construcción de obras civiles en general

Para el funcionamiento de la Subestación se requerirá la construcción de las siguientes obras civiles:

- Casetas de patios y casa de control
- Cerramiento exterior
- Sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, independientes
- Canaletas para el paso de cables
- Muros de contención, veredas, bordillos y cunetas
- Vías de acceso a la subestación
- Vías internas
- Sistema de abastecimiento de agua potable (cisterna y otros)
- Sistema contra incendios

Para la ejecución de estas obras se requiere la utilización de varios materiales, entre los que podemos citar piedra, grava, arena, ladrillo, cemento, hierro, material para encofrado, etc. Estas obras implican la utilización de gran cantidad de mano de obra no calificada. Durante el proceso de construcción es necesario verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales y de las normas de seguridad.

3.3.3.6 Montaje de estructuras metálicas

El armado de las estructuras metálicas estará acorde a los planos proporcionados por el fabricante y la memoria de diseño. Se iniciará con el ordenamiento y clasificación de piezas para luego proceder con el armado de las mismas sin ajustar completamente los pernos, utilizando herramientas como plumas, grilletes, poleas y materiales como cabos de nylon o de otro material no metálico; sin que se permita la utilización de cuerdas metálicas, alambres desnudos o cadenas de acero que puedan dañar el galvanizado.

Luego de que las estructuras hayan sido montadas, se procederá a verificar la verticalidad, para finalmente proceder al ajuste definitivo de los pernos con el torque que corresponda a cada diámetro.

3.3.3.7 Instalación de barras y accesorios

Las barras se encuentran conformadas por conductores de aluminio que sirven para realizar la conexión entre los diferentes equipos y las salidas de las líneas, de acuerdo al diseño establecido para el efecto. Las barras van tensadas entre las estructuras metálicas, siendo necesaria la colocación de las cadenas de aisladores y los elementos de sujeción a la estructura.

Las barras serán colocadas y tensadas mediante métodos que no ocasionen daños al conductor. Se deberá tomar precauciones especiales para impedir que el conductor se tuerza, se doble o sufra abrasión de cualquier naturaleza; o, que la superficie del mismo sufra rozamiento o daños de cualquier tipo. Cuando el conductor resulte dañado deberá ser reemplazado por uno nuevo.

3.3.3.8 Montaje de equipos

Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, su cableado y conexionado hasta las casetas de cada uno de los patios, y desde allí, hasta la casa de control, en donde finalmente se ubican los mandos y sistemas de operación y control de cada uno de los equipos y de la subestación en su conjunto.

Una parte de los equipos se montan sobre las estructuras metálicas, en tanto que otros se colocan directamente sobre las bases de hormigón armado construidas para el efecto y con los pernos de anclaje necesarios para sujetarlos.

3.3.3.9 Pruebas y energización

Una vez concluido el montaje de equipos y el cableado de los mismos, se procederá con la ejecución de todas las pruebas eléctricas de estos, a fin de verificar el correcto funcionamiento de los equipos así como de los circuitos de control y protección. Estas pruebas se realizan sin energizar la subestación, utilizando los equipos y procedimientos normados para el efecto. Una vez que el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se procede a la energización de la subestación.

3.3.3.10 Inspecciones

Las inspecciones se llevarán a cabo durante todo el proceso de construcción y montaje de la subestación, acciones que deben ser realizadas por personal técnico debidamente capacitado y con experiencia en este tipo de obras. Las inspecciones se deben realizar a todas las obras civiles, al montaje de estructuras metálicas, al montaje de barras y equipos, al cableado y conexiones.

Durante este proceso se debe verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, los procesos constructivos, el personal empleado deberá estar debidamente capacitado y que la obra sea ejecutada de acuerdo a los planos. Durante esta etapa se debe verificar la calidad y resistencia del hormigón en base a pruebas de resistencia.

3.3.4 Mantenimiento de la Subestación

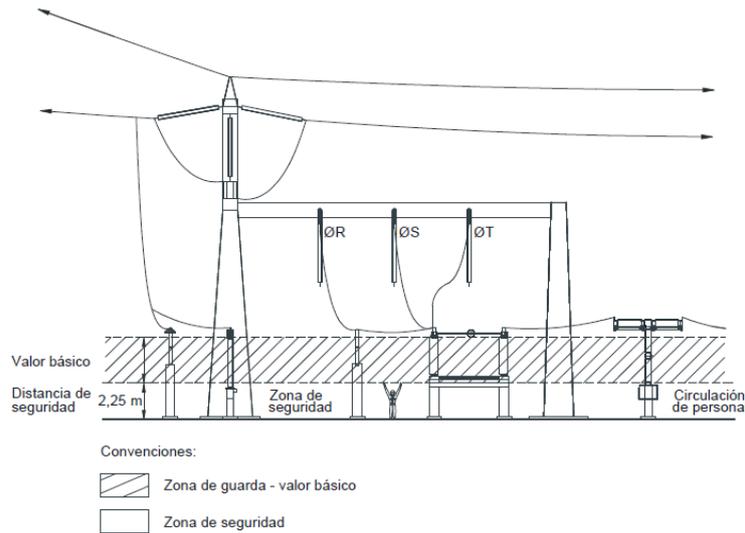
Entre las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la subestación son las siguientes:

- **Mantenimiento de las obras civiles:** Es necesario realizar la limpieza de la subestación en general, para evitar que se acumule basura, malezas y vegetación en forma desordenada. Se debe realizar el mantenimiento adecuado a la casa de mando, al cerramiento exterior, a los sistemas de drenaje, cunetas, bordillos y demás obras civiles, de forma que permanezcan siempre en condiciones óptimas de funcionamiento.
- **Mantenimiento de las estructuras metálicas:** Las estructuras metálicas serán revisadas para determinar que no exista oxidación en sus elementos, verificar su verticalidad y verificación del estado de galvanizado. En caso de fallas que se presenten en las estructuras, estas deben ser corregidas inmediatamente por el personal de mantenimiento, para precautelar la integridad y garantizar su vida útil.
- **Mantenimiento de aisladores:** Durante la etapa de mantenimiento se debe realizar la inspección visual del estado de los aisladores para prevenir los flameos inversos. Igualmente se deberá revisar el estado del galvanizado de las partes metálicas de los aisladores y de todos los herrajes. En caso de que se acumule polvo en los aisladores, estos serán sometidos a un proceso de limpieza o lavado, con lo que se evitará fallas y por consiguiente ayudará a mantener la continuidad del servicio.
- **Mantenimiento de equipos:** Los equipos a ser instalados requieren mantenimiento mínimo, mismo que debe ser efectuado de acuerdo a lo establecido en los manuales que proporciona el fabricante. Como mantenimiento de rutina, es necesario realizar limpieza de estos elementos y ajuste de los conectores para asegurar un buen contacto.

3.4 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

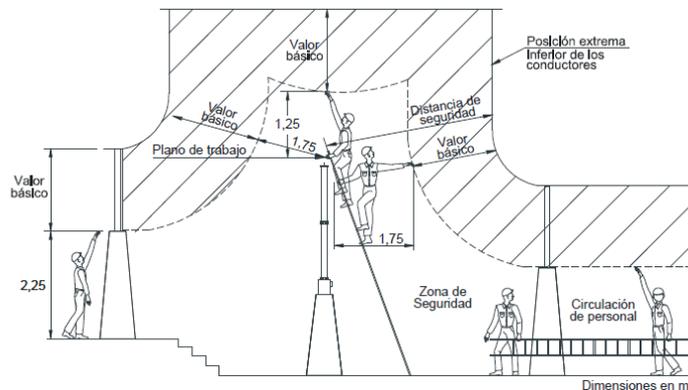
Debido a que las distancias de seguridad son muy importantes en una obra de esta naturaleza, especialmente para prevenir fallas y proteger a los seres humanos que eventualmente pueden estar en su alrededor, a continuación se señalan las distancias de seguridad, aplicables según la norma IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE. (Ver Ilustración 3.7., Ilustración 3.8. y Tabla 3.5.):

Ilustración No 3.4 Zona de Seguridad – Circulación del Personal



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Ilustración No 3.5 Zonas de Seguridad



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Tabla No 3.5 Distancias de Seguridad en el aire, figuras 3.7 y 3.8

Up (Kv) (valor pico) (1)	Distancia mínima según IEC (m) (2)	DISTANCIAS DE SEGURIDAD												
		Valor básico			Circulación de personal			Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada				Circulación de vehículos		
		Cantidad que se adiciona		Valor básico (m) (5)=(2)+(4)	Bajo conexiones		(m) (8)	Horizontal		Vertical		Zona de seguridad		Valor Total (m) (15)=(5)+(13)+(14)
		% (3)	(m) (4)		Zona de seguridad (m) (6)	Valor Total (m) (7)=(5)+(6)		Zona de seguridad (m) (9)	Valor Total (m) (10)=(5)+(9)	Zona de seguridad (m) (11)	Valor Total (m) (12)=(5)+(11)	Gálio (m) (13)	Tolerancia (m) (14)	
138	0.25	10	.02	0.27	2.25	(*)	2.25	1.75	(*)	1.25	(*)	(**)	0.70	(**)
230	0.44	10	.05	0.49	2.25	(*)	2.25	1.75	(*)	1.25	(*)	(**)	0.70	(**)
500	1.0	10	0.11	1.11	2.25	3.36	2.25	1.75	(*)	1.25	(*)	(**)	0.70	(**)

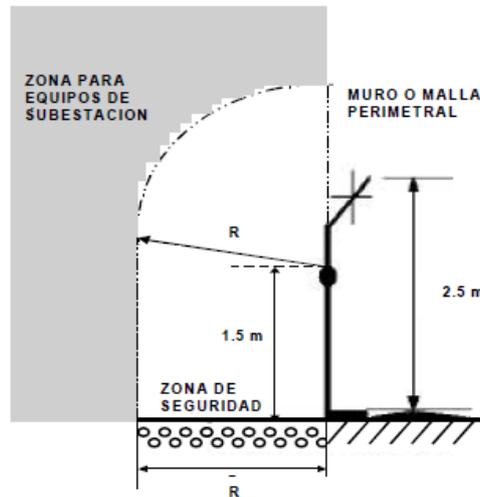
Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Notas: (*) El valor mínimo recomendado es 3 m, pero puede ser menor según la experiencia.

(**) Se determina en cada caso

Los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas permanezcan por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la siguiente figura y tabla.

Ilustración No 3.6 Distancias de seguridad contra contactos directos



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Tabla No 3.6 Distancias de Seguridad para la ilustración 3.9

Tensión Nominal entre fases (kV)	Dimensión "R" (m)
138	4
230	4.7
500	5.3

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

3.4.1 Distancias mínimas para prevención de riesgos por Arco Eléctrico

Las distancias mínimas de aproximación a equipos, se deben cumplir para prevenir efectos de arcos eléctricos, que puedan ocasionarse durante los trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro. Para personas no calificadas, se debe respetar el límite de aproximación seguro, mientras que para trabajos en tensión, se deberá cumplir con el límite de aproximación técnica.

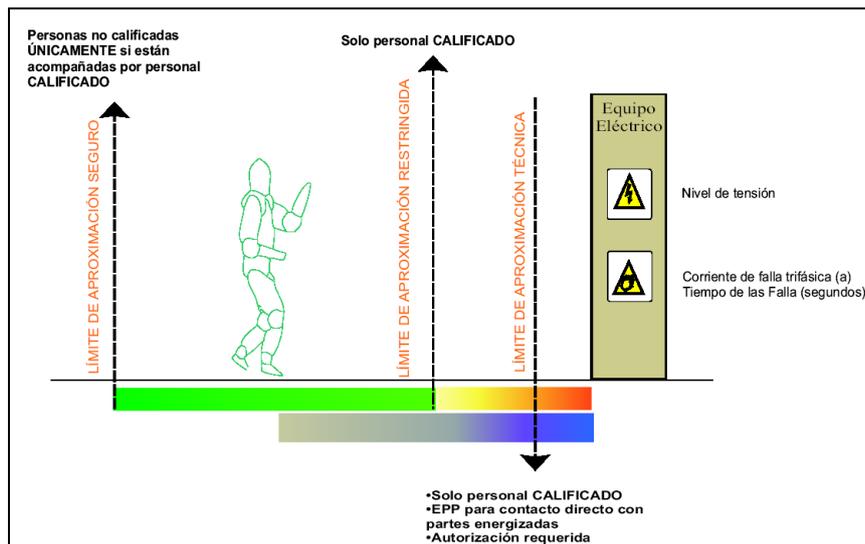
Adicionalmente se deberá instalar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo y utilizar elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo y el nivel de entrenamiento para realizar un trabajo que implique contacto directo.

Tabla No 3.7 Límites de aproximación a partes energizadas de equipos

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida (m)	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte Móvil expuesta	Parte Fija expuesta	Incluye movimientos involuntarios	
138 kV – 145 kV	3.35	3.0	1.09	0.94
230kV – 242 kV	3.96	3.96	1.60	1.45
500 kV – 550 kV	5.80	5.80	3.43	3.28

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia

Ilustración No 3.7 Límites de aproximación



3.4.2 Exposición a Campos Electromagnéticos

El campo electromagnético es producido por cargas eléctricas en movimiento (corriente alterna) y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Las instalaciones del sistema eléctrico de energía producen campos electromagnéticos a 60 Hz.

Los valores límites de exposición a campos electromagnéticos generados en la instalación eléctrica y a la frecuencia de la señal eléctrica para personas, que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no deberán exceder los valores previstos en las siguientes tablas.

Tabla No 3.8 Restricciones básicas para Exposiciones a Campos Eléctricos y Magnéticos (CEM) de 60 Hz

Tipo de Exposición	Densidad de la corriente para cabeza y tronco (mA/m ²) RMS
Exposición Ocupacional (POE) ³	10
Exposición al público en general (PG) ⁴	2

Fuente: International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP - 1998) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) / Normas de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos – Anexo 10 Libro VI TULAS

Tabla No 3.9 Valores de referencia para exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos (CEM) de 60 Hz

Tipo de exposición	Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE 2008 – Colombia		International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz)		
	Intensidad de Campo Eléctrico E (V/m)	Densidad de Flujo Magnético (Microteslas μ T)	Intensidad de Campo Eléctrico E (V/m)	Intensidad de Campo Magnético H (A/m)	Densidad de Flujo Magnético B (Microteslas μ T)
Exposición ocupacional (8 horas/diarias)	10000	500	8333	333	417
Exposición del público en general a borde de la franja servidumbre (15 m)	5000	100	4167	67	83

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE 2008 – Colombia; International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) - 1 Tesla = 10.000 gauss

3.5 PERSONAL

Según la información proporcionada por CELEC EP – TRASNELECTRIC, para la construcción de la Subestación, se estima que será necesario el concurso de 80 personas conformadas en cuadrillas de trabajo, según las necesidades y avances de la obra. Para su operación se contará con un técnico electricista y uno o dos guardias de seguridad.

Todas las labores deben realizarse observando las reglas de seguridad industrial y salud ocupacional, conforme se establece en el Instructivo de Seguridad e Higiene Industrial de CELEC EP - TRANSELECTRIC. Especial cuidado deberá tener el personal que trabaja en altura y cuando las condiciones climáticas son adversas.

³ La población ocupacionalmente expuesta (POE) consiste en adultos que generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas, durante su jornada de trabajo, correspondiente a la exposición Ocupacional.

⁴ El público en general (PG) comprende a individuos de todas las edades, sexo, raza, que no estén conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos, corresponde a exposición al público en general.