



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y
AUTOMATIZACIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL

ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 kV SARAPULLO
– ALLURIQUÍN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOACHI – PILATÓN.

Estudiante:
DIEGO PAÚL ROMERO CARRIÓN

Director de Tesis:
ING. FABIÁN CALERO VELA

Santo Domingo – Ecuador
MAYO, 2015

**ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 kV SARAPULLO
– ALLURIQUÍN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOACHI – PILATÓN.**

Ing. Fabián Calero

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Edwin Grijalva

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Albán

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Laverde

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2015.

Autor: DIEGO PAÚL ROMERO CARRIÓN
Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÒGICA EQUINOCCIAL.
Título de Tesis: ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN 230 kV SARAPULLO -
ALLURIQUÍN DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO TOACHI - PILATÓN
Fecha: MAYO, 2015

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor/a.

Diego Paúl Romero Carrión

C.I. 172145751-1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de.....del 2015.

Ing. Edwin Grijalva

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN.

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **DIEGO PAÚL ROMERO CARRIÓN**, cuyo tema es: “**ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 KV SARAPULLO – ALLURIQUÍN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOACHI – PILATÓN**”, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente.

Ing. Fabián Calero Vela.
DIRECTOR DE TESIS.

Dedicatoria

*A mis padres **Mariana** y **Ángel**, por apoyarme durante mi carrera universitaria, por sus sabios consejos y palabras de aliento.*

*A mi hermana **Andrea**, por demostrarme con su ejemplo que no existen imposibles en la vida.*

*A la compañera de mi vida **Gabriela**, por su infinito amor y estar a mi lado en las buenas y malas.*

*A todos mis **familiares** y **amigos**, que de una u otra manera siempre me brindaron su apoyo.*

*A mi pequeñita **Paulette Gabriela**, fuente de mi inspiración, esto es para ti.*

Diego Romero

Agradecimiento

A Dios por todas las bendiciones recibidas y por las distintas manifestaciones de su amor y bondad.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, a los profesores de Ingeniería Electromecánica por compartir sus conocimientos que sirvieron para formarme como profesional.

Al Ing. Fabián Calero, por ayudarme y guiarme en el desarrollo del tema de tesis.

A CELEC EP Hidrotoapi, al Departamento de Equipamiento, a los Ings. Oscar, Wilson, Pablo, Carlos, Javier, por el apoyo y compartir sus conocimientos para el desarrollo de mi tesis.

Al equipo de topografía, Cristian, Danny, Hólger, Dennis, Jesús, César, con quienes compartí varios días durante el replanteo topográfico de la Línea de Transmisión.

Diego Romero

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Aprobación del Director de Tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice.....	vii
Resumen ejecutivo.....	xvi
Executive summary	xvii

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes.....	1
1.1.1.	Antecedentes históricos	1
1.1.1.1.	Etapa de estudios y diseños	1
1.1.1.2.	Etapa de construcción	2
1.1.2.	Antecedentes científicos	4
1.1.2.1.	La generación de energía eléctrica en Sudamérica.....	4
1.1.2.2.	La generación de energía eléctrica en Ecuador	5
1.1.2.3.	Inicios de transmisión de electricidad en el mundo.....	5
1.1.2.4.	Inicios de transmisión de electricidad en el Ecuador.....	6
1.1.3.	Antecedes prácticos	6
1.1.4.	Importancia del estudio.....	7
1.1.5.	Situación actual del tema de investigación.....	8
1.2.	Limitaciones del estudio	8
1.3.	Alcance del trabajo	9
1.4.	Objeto de estudio	9
1.4.1	Objetivo General.....	9

1.4.2	Objetivos Específicos	10
1.5.	Justificación	10
1.6.	Hipótesis o idea a defender del estudio	11
1.7.	Aspectos metodológicos del estudio.....	11
1.8.	Población y muestra.....	11

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.	Definiciones de riesgos.....	12
2.1.1.	Riesgo	12
2.1.2.	Riesgo del trabajo	12
2.1.3.	Factor de riesgo.....	12
2.1.4.	Análisis de riesgos	17
2.1.5.	Matriz de riesgos.....	17
2.1.6.	Matriz a utilizar para el análisis de riesgos.....	17
2.2.	Equipo de protección personal (EPP).....	18
2.2.1.	Requisitos de los EPP	19
2.2.2.	Clasificación de los EPP.....	20
2.3.	Terminología general Sistema Eléctrico Ecuatoriano	27
2.4.	Sistema Eléctrico de Potencia.....	29
2.4.1.	Niveles de voltaje	31
2.4.2.	Los sistemas de transmisión y distribución	33
2.4.3.	Las leyes de la transmisión y la distribución	34
2.4.4.	Niveles del sistema de transmisión.....	35
2.5.	Principales elementos constitutivos de las líneas de transmisión.....	39
2.5.1.	Conductores	40
2.5.1.1.	Conductores usados en el Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano	45
2.5.2.	Aisladores	48
2.5.3.	Estructuras (Torres)	55
2.5.4.	Herrajes.....	59
2.6.	Requisitos para el proceso de transmisión.....	65
2.6.1.	Criterios generales para la selección de la trayectoria.....	69

2.7.	Etapa de construcción de una Línea de Transmisión.....	72
2.8.	Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón.....	80
2.8.1.	Información general.....	80
2.8.2.	Ubicación del P.H. Toachi – Pilatón	81
2.8.3.	Características técnicas del P.H. Toachi – Pilatón	82
2.8.4.	Beneficios del P.H. Toachi – Pilatón.....	86
2.8.5.	Características climáticas del P.H. Toachi Pilatón	87

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1.	Diseño o tipo de investigación.....	88
3.1.1.	Investigación exploratoria	88
3.1.2.	Investigación descriptiva	88
3.1.3.	Investigación explicativa	89
3.2.	Métodos de investigación	89
3.2.1.	Método inductivo.....	89
3.2.2.	Método deductivo	89
3.2.3.	Método comparativo	90
3.3.	Técnicas de investigación	90
3.3.1.	Revisión bibliográfica.....	90
3.3.2.	Investigación de campo	90
3.4.	Población y muestra.....	91
3.5.	Fuentes de datos.....	91
3.5.1.	Fuentes primarias.....	91
3.5.2.	Fuentes secundarias	91
3.6.	Análisis e interpretación de datos	92

CAPITULO IV ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA L/T 230 KV SARAPULLO – ALLURIQUÍN

4.1.	Línea de Transmisión 230 kV Sarapullo – Alluriquín.....	93
4.1.1.	Características de la L/T	93

4.1.2.	Descripción de la L/T	94
4.1.3.	Ubicación de la L/T	94
4.1.4.	Componentes de la L/T.....	96
4.2.	Análisis de riesgos en la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín del Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón.....	98
4.2.1.	Materiales y equipos	99
4.2.2.	Equipo de protección personal.....	99
4.2.3.	Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño	99
4.2.3.1.	Vías de acceso.....	100
4.2.4.	Replanteo topográfico y ubicación de puntos de estructuras.....	100
4.2.4.1.	Accesos y ubicación de las estructuras	101
4.2.5.	Identificación y determinación de riesgos	132
4.2.5.1.	Factores de riesgos mecánicos.....	132
4.2.5.2.	Factores de riesgos químicos	136
4.2.5.3.	Factores de riesgos biológicos	137
4.2.5.4.	Factores de riesgos ergonómicos.....	138
4.2.5.5.	Factores de riesgo de accidentes mayores	140
4.2.6.	Cualificación de los riesgos determinados	141
4.2.6.1.	Factores de riesgos mecánicos.....	141
4.2.6.2.	Factores de riesgos químicos	142
4.2.6.3.	Factores de riesgos biológicos	142
4.2.6.4.	Factores de riesgos ergonómicos	143
4.2.6.5.	Factores de riesgo de accidentes mayores	144
4.2.7.	Equipos de protección personal a utilizar en la etapa de construcción de la L/T	147

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	148
5.2.	Recomendaciones	149
	BIBLIOGRAFÍA	151
	ANEXOS	154

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1.	Elementos de protección personal	19
Figura 2.2.	Casco de seguridad	20
Figura 2.3.	Gafas de seguridad	21
Figura 2.4.	Máscara de seguridad.....	22
Figura 2.5.	Tapones auditivos y orejeras.....	22
Figura 2.6.	Mascarillas de seguridad.....	23
Figura 2.7.	Guantes de seguridad	24
Figura 2.8.	Botas y calzado de seguridad.....	25
Figura 2.9.	Cinturón y arnés de seguridad con línea de vida	26
Figura 2.10.	Ropa protectora.....	26
Figura 2.11.	Estructura de un Sistema Eléctrico de Potencia.....	30
Figura 2.12.	Principio de operación de una central hidroeléctrica.....	31
Figura 2.13.	Estructura básica de un sistema eléctrico.....	33
Figura 2.14.	Partes de una torre de transmisión	40
Figura 2.15.	Cables desnudos de Al – Ac para líneas aéreas	41
Figura 2.16.	Posiciones cables de guarda.....	43
Figura 2.17.	Disposición de conductores líneas aéreas	44
Figura 2.18.	Manejo de conductores	44
Figura 2.19.	Manejo del carrete y conductor.....	45
Figura 2.20.	Corte del cable	45
Figura 2.21.	Aislador de suspensión de porcelana 10", 25000 libras.....	52
Figura 2.22.	Aislador de disco standard y aislador de disco para nieblas.....	53
Figura 2.23.	Aislador de barra larga.....	53
Figura 2.24.	Aisladores tipo poste.....	54
Figura 2.25.	Aisladores fijos	54
Figura 2.26.	Aisladores poliméricos.....	55
Figura 2.27.	Cadena de aisladores.....	55
Figura 2.28.	Estructura de suspensión.....	57
Figura 2.29.	Estructura de retención	58

Figura 2.30.	Estructura de ángulo	58
Figura 2.31.	Estructura de fin de línea	59
Figura 2.32.	Tipos de herrajes	60
Figura 2.33.	Separador flexible para dos conductores/fase y separador rígido para dos conductores/fase.....	63
Figura 2.34.	Desplazamiento del conductor de una L/T bajo acción del viento	64
Figura 2.35.	Amortiguador tipo stockbridge	65
Figura 2.36.	Integración del derecho de vía	68
Figura 2.37.	Ancho de la zona del derecho de vía	69
Figura 2.38.	Implantación general P.H. Toachi – Pilatón	81
Figura 2.39.	Esquema general del P.H. Toachi – Pilatón.....	82

CAPÍTULO IV

Figura 4.1.	Ubicación de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín.....	93
Figura 4.2.	Acceso hacia la estructura N° 01	101
Figura 4.3.	Ubicación de la estructura N° 01	102
Figura 4.4.	Acceso hacia la estructura N° 02.....	103
Figura 4.5.	Ubicación de la estructura N° 02.....	103
Figura 4.6.	Acceso hacia la estructura N° 03	104
Figura 4.7.	Ubicación de la estructura N° 03.....	105
Figura 4.8.	Acceso hacia las estructuras N° 04, N° 05 y N° 06	106
Figura 4.9.	Ubicación de la estructura N° 04.....	106
Figura 4.10.	Ubicación de la estructura N° 05.....	107
Figura 4.11.	Ubicación de la estructura N° 06.....	108
Figura 4.12.	Acceso hacia las estructuras N° 07, N° 08 y N° 09	109
Figura 4.13.	Ubicación de la estructura N° 07.....	109
Figura 4.14.	Ubicación de la estructura N° 08.....	110
Figura 4.15.	Ubicación de la estructura N° 09.....	110
Figura 4.16.	Acceso hacia la estructura N° 10 y N° 11.....	111
Figura 4.17.	Ubicación de la estructura N° 10.....	112
Figura 4.18.	Ubicación de la estructura N° 11.....	113
Figura 4.19.	Acceso hacia la estructura N° 12.....	114

Figura 4.20.	Ubicación de la estructura N° 12.....	114
Figura 4.21.	Acceso hacia la estructura N° 13.....	115
Figura 4.22.	Ubicación de la estructura N° 13.....	116
Figura 4.23.	Acceso hacia las estructuras N° 14, N° 15, N° 16, N° 17, N° 18 y N° 19..	117
Figura 4.24.	Ubicación de la estructura N° 14	117
Figura 4.25.	Ubicación de la estructura N° 15	118
Figura 4.26.	Ubicación de la estructura N° 16	119
Figura 4.27.	Ubicación de la estructura N° 17	120
Figura 4.28.	Ubicación de la estructura N° 18	121
Figura 4.29.	Ubicación de la estructura N° 19	122
Figura 4.30.	Acceso hacia las estructuras N° 20, N° 21, N° 22 y N° 23.....	123
Figura 4.31.	Ubicación de la estructura N° 20	123
Figura 4.32.	Ubicación de la estructura N° 21	124
Figura 4.33.	Ubicación de la estructura N° 22	125
Figura 4.34.	Ubicación de la estructura N° 23	126
Figura 4.35.	Acceso hacia las estructuras N° 24 y N° 25.....	127
Figura 4.36.	Ubicación de la estructura N° 24	127
Figura 4.37.	Ubicación de la estructura N° 25	128
Figura 4.38.	Acceso hacia las estructuras N° 26 y N° 27.....	129
Figura 4.39.	Ubicación de la estructura N° 26	129
Figura 4.40.	Ubicación de la estructura N° 27	130
Figura 4.41.	Acceso hacia las estructuras N° 28	131
Figura 4.42.	Ubicación de la estructura N° 28	131
Figura 4.43.	Estado de los caminos de acceso.....	133
Figura 4.44.	Herramientas utilizadas	134
Figura 4.45.	Quebradas.....	135
Figura 4.46.	Zona propensa a desprendimientos	136
Figura 4.47.	Animales peligrosos	137
Figura 4.48.	Animales ponzoñosos.....	138
Figura 4.49.	Transporte de los equipos de topografía	139
Figura 4.50.	Potreros	140
Figura 4.51.	Cercas eléctricas.....	140
Figura 4.52.	Estimación de los riesgos identificados	146

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1.	Cualificación o estimación cualitativa del riesgo.....	18
Tabla 2.3.	Tensiones de transmisión	38
Tabla 2.4.	Principales conductores utilizados en el SNI.....	46
Tabla 2.5.	Separación horizontal mínima de conductores a edificios, construcciones y cualquier otro obstáculo	66
Tabla 2.6.	Derecho de vía para algunos niveles de tensión.....	69
Tabla 2.7.	Información P.H. Toachi – Pilatón.....	80
Tabla 2.8.	Características climáticas del PHTP	87

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1.	Tabla de ubicación de las estructuras L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín	95
Tabla 4.2.	Matriz de identificación y estimación cualitativa triple criterio	145
Tabla 4.3.	Equipos de protección personal a utilizar en la etapa de construcción de la L/T	1457

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Esquema geográfico del SNT	155
Anexo 2: Características de los conductores ACSR usado en el SNT	156
Anexo 3: Características de los conductores ACAR usados en el SNT	158
Anexo 4. Planos de las estructuras a utilizar en la L/T 230 kV Sarapullo - Alluriquín ..	160
Anexo 5: Equipo de topografía.....	163
Anexo 6: Tabla de ubicación de estructuras (sistema WGS84)	164

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes históricos

1.1.1.1. Etapa de estudios y diseños

El proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón (PHTP) en sus estudios iniciales data de los años 1963 cuando el entonces Instituto Nacional de Electrificación (INECEL) comenzó una política agresiva de evaluación de proyectos hidroeléctricos a varias escalas en todo el territorio nacional, y en la época se demostró ya la factibilidad técnica económica de este proyecto, sin embargo durante décadas permaneció en planos.

Inicialmente, expertos de la Empresa Nacional de Electricidad de Chile (Endesa) en 1965, propusieron un desarrollo de 108 megavatios (MW). Posteriormente, durante los años 1973 y 1974 la Consultora Suiza Motor Columbus revisó el esquema y recomendó trasvasar las aguas del río Pilatón a la cuenca del Toachi e instalar 225 MW, construyendo una presa de 180 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Sarapullo y Toachi. A finales de los años 80 con la asistencia técnica y financiera del Gobierno Canadiense, se revisaron los estudios recomendando 190 MW. El último estudio en 1996 del Consorcio Egesco con la supervisión de Harza Engineering, confirma las características del proyecto.

En el año 1997, mediante el Decreto Ejecutivo N° 18 se concede a favor del Honorable Consejo Provincial de Pichincha la facultad de realizar el Proyecto Hidroeléctrico Pilatón – Toachi de 190 MW, inmediatamente el Consejo Provincial inició una serie de validaciones y requerimientos para poder iniciar el proceso de construcción, lo que terminó con informes neutrales y que no respaldaron el empezar a construir la obra.

Después de algunos años en el 2002 la Asamblea de la Provincia de Pichincha retomó la actualización y estudios de factibilidad con el fin de ejecutar el proyecto, y empezaron nuevamente a realizarse los estudios en temas jurídicos, operativos, administrativos y técnicos del proyecto que se denominó Toachi – Pilatón.

El 25 de agosto de 2005, el Honorable Consejo Provincial de Pichincha mediante escritura pública y con plenos poderes para la conformación de una Sociedad Anónima, suscribe el documento de constitución de la denominada Hidrotoapi S.A., cuyo principal objeto consistía en dedicarse principalmente al diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento de centrales de generación eléctrica. Es entonces cuando el sueño de este Proyecto Hidroeléctrico comienza a cristalizarse.

1.1.1.2.Etapa de construcción

El 19 de diciembre del año 2007 se suscribe el Contrato de Detallamiento de Ingeniería, Suministros, Construcción, Montaje y Comisionamiento del Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón, entre la ya conformada Hidrotoapi S.A. y la Constructora Norberto Odebretch S.A. sucursal Ecuador, dando inicio a las obras preliminares el 25 de enero de 2008.

Un año y más después, para ser exactos el 27 de enero de 2009, Hidrotoapi S.A., da por terminada la relación con la Constructora Norberto Odebretch mediante un Convenio de Terminación por Mutuo Acuerdo. Es a partir de este evento que Hidrotoapi implementa la nueva estructura organizacional de la empresa, para afrontar la realización del proyecto de acuerdo a las nuevas condiciones establecidas por el Gobierno Nacional, en las que trasladó a la empresa la responsabilidad de la realización de los diseños definitivos que servirían para la iniciación de los procesos de Licitación para la construcción del Proyecto, con empresas nacionales e internacionales, empresas constructoras y fabricantes de equipos, así como la continuación de la ejecución por administración directa de los trabajos de construcción de las vías de acceso, túnel carretero y campamento principal.

Con la responsabilidad total del proyecto, la empresa HIDROTOAPI S.A., luego de un concurso internacional contrata a la compañía consultora LOMBARDI S.A., para efectuar los diseños definitivos del proyecto Toachi – Pilatón, previo a la licitación de la construcción de estas obras. Como resultado de este consultoría se concluyó que el Proyecto Hidroeléctrico estaría constituido por dos aprovechamientos en cascada, Pilatón – Sarapullo con la central de generación Sarapullo 49 MW y Toachi – Alluriquín con la central de generación Alluriquín 204 MW; además se aprovecharía el caudal ecológico vertido por la presa Toachi instalando una mini central de 1,4 MW, lo que constituía un total de 254,4 MW de potencia instalada.

En este proceso y mediante Ordenanza Provincial No. 002–HCPP–2010 de 14 de enero de 2010, se disuelve la compañía Hidrotoapi S.A. y se constituye la empresa Hidrotoapi E.P. como sociedad de derecho público, dando inicio a un cambio importante dentro de la estructura y manejo de la empresa.

En su camino para dar continuidad a la construcción de este importante Proyecto, a finales del año 2010, la Empresa Pública HIDROTOAPI EP, el 25 de octubre de 2010 suscribe el contrato con la Empresa Estatal de la Federación de Rusia Sociedad Anónima Abierta INTER RAO UES, para la ejecución de las Obras Electro e Hidromecánicas del Proyecto, iniciando con su ejecución el 21 de septiembre de 2011. De igual manera el 24 de diciembre de 2010, se suscribe el contrato con la Compañía CHINA INTERNATIONAL WATER & ELECTRIC CORP., para Construcción de las Obras Civiles del Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón, iniciando su ejecución el 26 de mayo de 2011.

Después de varios cambios jurídicos de la empresa encargada de ejecutar este proyecto emblemático, la Corporación Eléctrica del Ecuador se fusiona por absorción con HIDROTOAPI EP y se crea la Unidad de Negocio Hidrotoapi de CELEC EP, en enero del 2012.

Actualmente es una de las Megaconstrucciones que impulsa el estado para el cambio de la Matriz Energética del país, su importancia se debe no sólo por los 254,4 MW que aportará al Sistema Nacional Interconectado (SNI), sino por la ubicación geográfica en la que se

encuentra, y es de vital importancia para el sector eléctrico ecuatoriano por su aporte de energía en las épocas de estiaje de la vertiente amazónica que es en donde se encuentran actualmente las mayores centrales hidroeléctricas del país.

1.1.2. Antecedentes científicos

1.1.2.1. La generación de energía eléctrica en Sudamérica

La generación de energía eléctrica en Sudamérica con fines de establecer un servicio público, se inicia a finales del siglo XIX.

Las primeras experiencias con energía eléctrica tuvieron un carácter demostrativo y temporal, comenzando en Chile en 1882, con la creación de la primera compañía de iluminación en el país. En 1883 tres máquinas a vapor accionaban siete generadores para alimentar las luces en el centro comercial alrededor de la Plaza de Armas, la plaza principal de Santiago.

La primera iniciativa permanente fue posible gracias a una concesión municipal en Lima. El 15 de mayo de 1886 se inauguró el primer sistema de alumbrado público eléctrico de la ciudad, potenciado por una planta de vapor de 500 HP. En 1895 se constituyó la Empresa Transmisora de Fuerza Eléctrica, que más tarde se convertiría en la Empresa Eléctrica Santa Rosa. Para 1899 se había formado la Sociedad de Alumbrado Eléctrico y Fuerza Motriz.

La información existente sugiere que la segunda red de servicio eléctrico público surgió en la ciudad de 9 de Julio, provincia de Buenos Aires, en Argentina, situando la actividad formal de ésta iniciativa en el período 1892 – 1929.

En los comienzos del año 1890, la generación de energía eléctrica en Chile llegó a ser estable y permanente, principalmente por su uso en el transporte urbano. En enero de 1893 se presentó una petición al gobierno, apoyada por estudios de ingeniería, para establecer un

tranvía eléctrico en la ciudad de Santiago. En 1897 se creó en Santiago la primera empresa de tranvías y luz.

1.1.2.2.La generación de energía eléctrica en Ecuador

La historia de la generación de energía eléctrica en la ciudad de Loja se inicia en 1897, con la creación de la Sociedad Sur Eléctrica.

En 1929, el Ilustre Municipio de Loja autorizó a Don Adolfo Valarezo, la conformación de una nueva empresa de generación, cuyas instalaciones se encontraban en la parte norte de la ciudad de Loja en la cuenca del Río Zamora, a la altura del actual Centro de Rehabilitación Social.

El 10 de mayo de 1950, se constituye la Empresa Eléctrica Zamora S.A., conformada por el I. Municipio de Loja (60% del capital social) y la Corporación de Fomento (40% del capital social). Esta empresa se convertiría a partir del 19 de marzo de 1973 en la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA), que actualmente brinda su servicio en las provincias de Loja, Zamora Chinchipe y Morona.

1.1.2.3.Inicios de transmisión de electricidad en el mundo

La primera experiencia en transmisión de energía eléctrica a distancia, en lo que respecta a corriente alterna trifásica, fue la transmisión de energía desde una central hidroeléctrica de 200 kW de potencia, el año 1891 en Alemania, recorriendo una distancia de 170 Km.

La experiencia consistió en elevar la tensión de un generador desde 95 Volts a 15000 volts, que correspondió a la tensión de transmisión trifásico de 75 kW, destinado a accionar una unidad de bombeo. Pero recién en 1930 se experimentó la transmisión de energía eléctrica a gran distancia y luego reducirla nuevamente a 113 volts, para alimentar un motor asincrónico trifásico de 75 KW, destinado a accionar una unidad de bombeo. Pero recién en 1930 se experimentó la transmisión de energía eléctrica a gran distancia.

1.1.2.4. Inicios de transmisión de electricidad en el Ecuador

- **1.970:** Se inicia la programación básica del sistema.
- **1.973:** Se comienzan los diseños definitivos del sistema.
- **1.976:** Entran en operación las líneas de transmisión Pisayambo – Quito, Guangopolo – Quito, Pisayambo – Ambato y Ambato – Latacunga, con las subestaciones de Quito (La Vicentina), Ambato y Latacunga.
- **1.980:** Opera la interconexión Quito – Guayaquil, incluyendo la línea de transmisión Quito (Santa Rosa) – Santo Domingo – Quevedo – Guayaquil (Salitral) y las subestaciones de Santa Rosa, Quevedo y Salitral. Entra en operación la línea Quito – Ibarra y la subestación Ibarra.
- **1.981:** Se inicia la operación de las líneas Santo Domingo – Esmeraldas y Quevedo – Portoviejo y de las subestaciones de Esmeraldas y Portoviejo.
- **1.983:** Puesta en servicio del sistema de transmisión Paute, con las líneas Paute – Milagro – Guayaquil (Pascuales) y Paute – Cuenca, las subestaciones de Pascuales, Milagro, Cuenca y Santo Domingo y las ampliaciones de las subestaciones de Santa Rosa (Quito), y Quevedo.
- **1.984:** Inician su operación las líneas de transmisión Agoyán – Ambato y Ambato – Quito y la subestación Totoras (Ambato).
- **1.985:** Se terminará la interconexión eléctrica del país (costa y sierra) con las líneas Guayaquil – Santa Elena, Milagro – Machala, Cuenca – Loja e Ibarra – Tulcán y con las subestaciones de Santa Elena, Machala, Loja y Tulcán.
Se completa el anillo troncal de 230 kV con la línea Paute – Riobamba – Ambato y se instala la subestación Riobamba.

1.1.3. Antecedes prácticos

- El proyecto hidroeléctrico Toachi – Pilatón aportará con 1100 GWh/año de energía, equivalente a 4 veces la demanda de Santo Domingo de los Tsáchilas y el equivalente del 12% de la demanda nacional en época de estiaje.
- Por la ubicación del proyecto en la vertiente del Pacífico, contribuirá al abastecimiento del país especialmente en períodos de estiaje.

- Reducirá la emisión de 560 mil toneladas de CO₂ por año.
- El cable de guarda (OPGW 48 hilos) conforma el apantallamiento de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín, es parte del anillo principal del sistema de telecomunicaciones del P.H. Toachi – Pilatón.
- La L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín transmitirá la potencia generada de la Central Hidroeléctrica (C.H.) Sarapullo (49 MW) y de la Mini Central Toachi (1,4 MW); desde la subestación (S/E) Sarapullo hacia la subestación (S/E) Alluriquín, en este lugar se sumara a la potencia generada por la Central Hidroeléctrica (C.H.) Alluriquín (204 MW); así el P.H. Toachi – Pilatón aportará al SNI 254,4 MW de potencia instalada.

1.1.4. Importancia del estudio

La construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín es parte fundamental del proyecto, la misma enlazará la S/E Sarapullo con la S/E Alluriquín, tiene 9,9 km de recorrido y estará conformada por 28 estructuras; servirá para transmitir la potencia generada por la C.H. Sarapullo y la mini central Toachi, desde la S/E Sarapullo hacia la S/E Alluriquín (S/E que recibe la potencia generada por la C.H. Alluriquín 204 MW), desde aquí el PHTP suministrará 254,4 MW de potencia instalada al SNI en el tramo de la L/T Santa Rosa – Santo Domingo la misma que será seccionada para realizar esta interconexión.

Las siguientes actividades: revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño, replanteo topográfico del proyecto; y, ubicación de puntos de estructuras pertenecientes a la etapa de construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín, son tomadas en consideración para realizar el presente tema de investigación, porque se identificará y analizará los riesgos a los que estará expuesto el personal que realice dichas actividades.

Se elaborará una matriz con los riesgos identificados, para conocer cuál o cuáles de estos eventos representarían mayor peligro para el personal.

1.1.5. Situación actual del tema de investigación

En la actualidad, aún no se está ejecutando el proceso de construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín; en el cronograma de CELEC EP Transelectric la construcción empezaría en mayo de 2015; la información con la que se cuenta es:

- Planos del trazado de la ruta por dónde se construirá la L/T.
- Tabla de ubicación de las estructuras que conforman la L/T (sistema WGS84).
- Planos de los tipos de estructuras a utilizar.

Se participará en la revisión y verificación en el sitio; y, en el replanteo topográfico de la L/T, actividades que serán llevadas a cabo por el grupo de topografía de CELEC EP Hidrotoapi.

1.2.Limitaciones del estudio

La L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín es parte del P.H. Toachi – Pilatón, por ser un proyecto nuevo y no estar ejecutándose el proceso de construcción, dificulta la obtención de información necesaria para desarrollar el presente tema de investigación.

Las actividades: revisión y verificación en el sitio, replanteo topográfico de la L/T, pertenecen a la etapa de construcción, serán realizadas por el equipo de topografía, porque cuentan con el equipo y personal necesario para realizar estas actividades.

Se desconoce los riesgos a los que se expondrá el personal de topografía al realizar estas actividades.

No existe información acerca de la existencia y estado de vías, caminos de acceso hacia los sitios donde se ubicarán las estructuras que conforman la L/T.

1.3. Alcance del trabajo

En el presente tema de investigación se identificará y determinará los riesgos que se presentarían al realizar: la revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño, el replanteo topográfico del proyecto y ubicación de puntos de estructuras.

Se participará en la revisión y verificación en el sitio; y, en el replanteo topográfico, actividades que son parte de construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín de 9,9 km de longitud y conformada por 28 estructuras; con la finalidad de determinar los riesgos que se presentarían y afectarían al personal que ejecute estas actividades.

Se describirá el Equipo de Protección Personal (EPP) que deba utilizar el personal en la etapa de construcción.

Después de identificar y determinar los riesgos, la herramienta a utilizar para realizar el análisis será una matriz.

1.4. Objeto de estudio

1.4.1 Objetivo General

Analizar los riesgos a los que este expuesto el personal que labore en la revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño; y, en el replanteo topográfico del proyecto y ubicación de puntos de estructuras de la Línea de Transmisión 230 kV Sarapullo – Alluriquín, del Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar visitas de campo, para obtener la información necesaria que sirva para la elaboración del presente tema de estudio, se participará en las siguientes actividades:

La revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño para conocer si existen vías y caminos de acceso hacia los sitios de implantación de las estructuras.

Replanteo topográfico de la L/T, para conocer los sitios donde se implantarán las estructuras.

- Identificar y determinar los riesgos a los que estaría expuesto el personal que labore en estas actividades.
- Determinar la matriz a utilizar para realizar el análisis de riesgos en la etapa de construcción.
- Realizar el análisis de riesgos mediante una matriz para evaluar los riesgos identificados y determinados.
- Determinar cuál o cuáles de estos acontecimientos son motivo de mayor atención, por la probabilidad de afectar al personal que realice las actividades de revisión y verificación en el sitio; y, replanteo topográfico.
- Describir los EPP a utilizar en la etapa de construcción de la L/T.

1.5. Justificación

La L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín de circuito simple y 9,9 km de longitud, perteneciente al Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón, se tomó en consideración como tema de investigación para conocer los riesgos a los que estaría expuesto el personal que labore en la revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño; y, en el replanteo topográfico del proyecto y ubicación de puntos de estructuras, actividades que pertenecen a la etapa de construcción; para el análisis de riesgos la herramienta a utilizar será una matriz, en la cual se evaluarán los riesgos, y se los jerarquizará dependiendo de la posibilidad de ocurrencia y el daño que podrían causar

La información que se obtenga servirá para que al ejecutarse la etapa de construcción, se conozca las vías y caminos de acceso hacia los sitios de implantación y los riesgos que se presentarían al ejecutar esta actividad.

1.6.Hipótesis o idea a defender del estudio

Realizar el presente tema de investigación servirá para determinar los riesgos que se presenten en las actividades: revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño, replanteo del proyecto y ubicación de puntos de estructuras, pertenecientes a la etapa de construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín.

Participar en dichas actividades servirá, para que al empezar el proceso de construcción se brinde la siguiente información:

- Riesgos a los que estaría expuesto el personal que las ejecute.
- Vías y caminos de acceso.
- Sitios de implantación de las estructuras.

1.7.Aspectos metodológicos del estudio

Para el desarrollo del presente tema de investigación se utilizará lo siguiente:

Tipo de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa.

Métodos de investigación: inductivo, deductivo y comparativo.

Técnicas de investigación: revisión bibliográfica, investigación de campo.

1.8.Población y muestra

El presente tema de estudio no necesita información de población y muestra; se tomará como referencia la totalidad de la L/T que inicia su recorrido en la S/E Sarapullo y termina en la S/E Alluriquín.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Definiciones de riesgos

2.1.1. Riesgo

Se denomina riesgo a la probabilidad de que un objeto material, sustancia o fenómeno pueda, potencialmente, desencadenar perturbaciones en la salud o integridad física del trabajador, así como en materiales y equipos.

2.1.2. Riesgo del trabajo

Es la posibilidad de que ocurra un daño a la salud de las personas con la presencia de accidentes, enfermedades y estados de insatisfacción ocasionados por factores o agentes de riesgos presentes en el proceso productivo.

2.1.3. Factor de riesgo

Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

- **Factores de riesgos físicos**

Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que al " ser percibidos" por las personas, pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad, la exposición y concentración de los mismos. Se pueden presentar por:

- Temperatura elevada.
 - Temperatura baja.
 - Iluminación insuficiente.
 - Iluminación excesiva.
 - Ruido.
 - Vibración.
 - Radiaciones Ionizantes.
 - Radiación no ionizante (UV, IT, electromagnética).
 - Presiones anormales (presión atmosférica, altitud geográfica).
 - Ventilación insuficiente (fallas en la renovación del aire).
 - Manejo eléctrico inadecuado.
-
- **Factores de riesgos mecánicos**

Producidos por la maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo. Se refiere a todos aquellos objetos, máquinas, equipos y herramientas, que por sus condiciones de funcionamiento, diseño, estado, o, por la forma, tamaño y ubicación, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas, provocando daños o lesiones. Se pueden presentar por:

- Espacio físico reducido.
- Piso irregular, resbaladizo.
- Obstáculos en el piso.
- Desorden.
- Maquinaria desprotegida.
- Manejo de herramienta cortante y/o punzante.
- Manejo de armas de fuego.
- Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo.
- Desplazamiento en transporte (terrestre, aéreo, acuático).
- Transporte mecánico de cargas.
- Trabajo a distinto nivel.

- Trabajo subterráneo.
 - Trabajo en altura (desde 1,8 metros).
 - Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento.
 - Caída de objetos en manipulación.
 - Proyección de sólidos o líquidos.
 - Superficies o materiales calientes.
 - Trabajos de mantenimiento.
 - Trabajo en espacios confinados.
-
- **Factores de riesgos químicos**

Se refiere los elementos o sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden ingresar al organismo por inhalación, absorción o ingestión y dependiendo de su concentración y el tiempo de exposición, pueden generar lesiones sistémicas, intoxicaciones o quemaduras. Se pueden presentar por:

- Polvo orgánico.
- Polvo inorgánico (mineral o metálico).
- Gases.
- Líquidos.
- Vapores.
- Nieblas.
- Aerosoles.
- Smog (contaminación ambiental).
- Manipulación de químicos.
- Emisiones.

- **Factores de riesgos biológicos**

Ocasionados por el contacto con virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias producidas por plantas y animales. Se suman también microorganismos transmitidos por vectores como insectos y roedores. Se pueden presentar por:

- Elementos en descomposición.
- Contactos con aguas negras.
- Animales peligrosos (salvajes o domésticos).
- Animales venenosos o ponzoñosos.
- Presencia de vectores (roedores, moscas, cucarachas).
- Insalubridad – agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos).
- Consumo de alimentos no garantizados.
- Alérgenos de origen vegetal o animal.

- **Factores de riesgos ergonómicos**

Son todos aquellos objetos, puestos de trabajo y herramientas, que por el peso, tamaño, forma o diseño, encierran la capacidad potencial de producir fatiga física o desórdenes músculo-esqueléticos. Se pueden presentar por:

- Sobreesfuerzo físico.
- Levantamiento manual de objetos.
- Movimiento corporal repetitivo.
- Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada).
- Uso inadecuado de pantallas de visualización PVDs.

- **Factores de riesgos psicosociales**

Se refiere a la interacción de los aspectos propios de las personas (edad, patrimonio genético, estructura sociológica, historia, vida familiar, cultura, etc) con las modalidades de gestión administrativa y demás aspectos organizacionales inherentes al tipo de proceso productivo. La dinámica de dicha interacción se caracteriza especialmente por la capacidad potencial. Se puede presentar por:

- Turnos rotativos.
- Trabajo nocturno.
- Trabajo a presión.
- Alta responsabilidad.
- Sobrecarga mental.
- Minuciosidad de la tarea.
- Trabajo monótono.
- Inestabilidad en el empleo.
- Déficit en la comunicación.
- Inadecuada supervisión.
- Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas.
- Desmotivación.
- Desarraigo familiar.
- Agresión o maltrato (palabra y obra).
- Trato con clientes y usuarios.
- Amenaza delincencial.
- Inestabilidad emocional.
- Manifestaciones psicossomáticas.

2.1.4. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos, trata de estudiar, evaluar, medir, prevenir los fallos y las averías de los sistemas técnicos y de los procedimientos operativos que pueden iniciar y desencadenar sucesos no deseados (accidentes) que afecten a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos que implica un determinado establecimiento industrial, desde el punto de vista de la prevención de accidentes, están íntimamente relacionados con los objetivos que se persiguen.

2.1.5. Matriz de riesgos

La matriz de riesgos es una herramienta de control y gestión que permite visualizar los riesgos desde la etapa de planificación del proyecto, facilitando así su mitigación al maximizar las oportunidades de que los riesgos se manejen a tiempo y minimizando el impacto negativo en el proyecto.

El objetivo de la matriz de riesgos es identificar y cuantificar los riesgos para lograr una gestión que permita disminuir la probabilidad y el impacto de que los eventos adversos afecten al proyecto de forma importante.

2.1.6. Matriz a utilizar para el análisis de riesgos

Para la identificación y cualificación de riesgos, se trabajará con la matriz “Método Triple Criterio” propuesta por el Ministerio de Relaciones Laborales, Ecuador.

Tabla 2.1.
Cualificación o estimación cualitativa del riesgo

Cualificación o estimación cualitativa del riesgo - Método triple criterio - PGV											
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			GRAVEDAD DEL DAÑO			VULNERABILIDAD			ESTIMACION DEL RIESGO		
Baja	Media	Alta	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino	Mediana gestión (acciones puntuales, aisladas)	Incipiente gestión (protección personal)	Ninguna gestión	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable
1	2	3	1	2	3	1	2	3	4 Y 3	6 Y 5	9, 8 Y 7

Fuente: Ministerio de Relaciones Laborales. Dirección de Seguridad y Salud.

La cualificación de los riesgos, se realizará de la siguiente manera:

- Se asigna un valor (1 a 3) a las siguientes variables: probabilidad de ocurrencia, gravedad del daño, vulnerabilidad.
- Se suma el resultado de las tres variables.
- Finalmente se obtiene la estimación del riesgo, que puede ser: moderado, importante e intolerable.

2.2. Equipo de protección personal (EPP)

Los EPP comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.

Tienen como función principal proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le pueden ocasionar una lesión o enfermedad.

Los EPP constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados.

Figura 2.1.
Elementos de protección personal



Fuente: <http://saludocupacionalpaoliitaguerrero01.blogspot.com/2012/05/elementos-de-epp-los-elementos-de.html>

2.2.1. Requisitos de los EPP

- Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe restringir los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción.
- Debe tener una apariencia atractiva.

2.2.2. Clasificación de los EPP

Protección a la Cabeza

- Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad.
- Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.
- Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras.
- El casco protector no se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.
- Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido.

Figura 2.2.
Casco de seguridad



Fuente: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/EndecaProductCatalog/?N=8702289+3294547179+5158345&rt=r3

Protección de Ojos y Cara

- Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos.
- Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.

- Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos.
- Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro.
- También pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas.

Protección para los ojos: son elementos diseñados para la protección de los ojos, y dentro de estos encontramos:

- Contra proyección de partículas.
- Contra líquidos, humos, vapores y gases.
- Contra radiaciones.

Figura 2.3.
Gafas de seguridad



Fuente: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/Endeca-Product-Catalog/?N=8702289+3294547179+5000257&rt=r3

Protección a la cara: son elementos diseñados para la protección de los ojos y cara, dentro de estos tenemos:

- Mascaras con lentes de protección (mascaras de soldador), están formados de una máscara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos.
- Protectores faciales, permiten la protección contra partículas y otros cuerpos extraños. Pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica.

Figura 2.4.
Máscara de seguridad

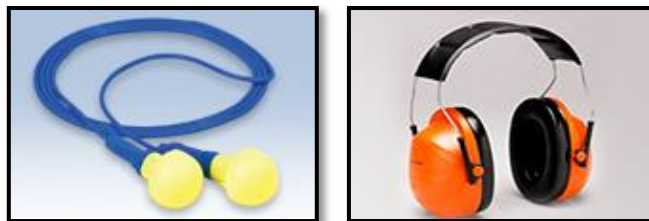


Fuente: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/Endeca-Product-Catalog/

Protección de los Oídos

- Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador.
- Los protectores auditivos, pueden ser: tapones de caucho y orejeras (auriculares).
- Tapones, son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.
- Orejeras, son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza.

Figura 2.5.
Tapones auditivos y orejeras



Fuente: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/Endeca-Product-Catalog/?N=5023182+3294547179+8702289&rt=r3

Protección respiratoria

Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

Tipos de respiradores

- Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
- Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
- Máscaras de depósito: Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.
- Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen.

Figura 2.6.
Mascarillas de seguridad



Fuente: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/Endeca-Product-Catalog/?N=8702289+3294547179+5022966&rt=r3

Protección de Manos y Brazos

- Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.

- Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.
- No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.
- Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.

Tipos de guantes

- Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.
- Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.
- Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.
- Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.

Figura 2.7.
Guantes de seguridad



Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm

Protección de pies y piernas

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

Tipos de calzado

- Para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, etc., debe dotarse de calzado de cuero con puntera de metal.
- Para trabajos eléctricos el calzado debe ser de cuero sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.
- Para trabajos en medios húmedos se usarán botas de goma con suela antideslizante.
- Para trabajos con metales fundidos o líquidos calientes el calzado se ajustará al pie y al tobillo para evitar el ingreso de dichos materiales por las ranuras.
- Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor.

Figura 2.8.
Botas y calzado de seguridad



Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm

Cinturones de seguridad para trabajo en altura

- Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador.
- Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de: cinturón o arnés de seguridad enganchados a una línea de vida.

Figura 2.9.
Cinturón y arnés de seguridad con línea de vida



Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm

Ropa Protectora

Es la ropa especial que debe usarse como protección contra ciertos riesgos específicos y en especial contra la manipulación de sustancias cáusticas o corrosivas y que no protegen la ropa ordinaria de trabajo.

Tipo de ropa protectora

- Los vestidos protectores y capuchones para los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas u otras sustancias dañinas serán de caucho o goma.
- Para trabajos de función se dotan de trajes o mandiles de asbesto y últimamente se usan trajes de algodón aluminizado que refracta el calor.
- Para trabajos en equipos que emiten radiación (rayos x), se utilizan mandiles de plomo.
- Para trabajos en labores de construcción se utiliza chalecos reflectivos.

Figura 2.10.
Ropa protectora



Fuente: <http://www.satirnet.com/satirnet/wp-content/uploads/2014/06/equipos-de-proteccion-corporal-en-cali.jpg>

2.3. Terminología general Sistema Eléctrico Ecuatoriano

- **Aisladores:** Conjunto de piezas de material aislante, como vidrio o porcelana, que se utiliza como soporte de un conductor eléctrico y permiten mantener las distancias de seguridad entre los conductores y la estructura de la línea de transmisión.
- **Amperio:** Unidad de medida en el sistema internacional de la intensidad de la corriente eléctrica, cuya representación es la letra “A”.
- **Anillo de Transmisión:** Es una descripción utilizada para definir el conjunto de líneas de transmisión que inician y finalizan en el mismo punto del sistema.
- **Conductores/Cables:** Son elementos que transmiten o llevan el fluido eléctrico y forman parte de las líneas de transmisión o subtransmisión.
- **Voltio:** Unidad de medida en el sistema internacional de voltaje (tensión eléctrica), se representa por la letra V.
- **Kilovoltio (kV):** Unidad de medida de voltaje que corresponde a mil voltios (1000 V).
- **Montaje electromecánico:** Actividad relacionada con el ensamblaje o armado de las estructuras metálicas de líneas de transmisión o de subestaciones; y, el ensamblaje de transformadores de potencia, interruptores, barras de subestaciones.
- **Mega voltamperios (MVA):** Unidad de medida de la potencia aparente en el Sistema Internacional de Unidades, que corresponde a un mega Voltamperios (VA). Se utiliza para definir la capacidad de los transformadores de potencia.
- **Obras civiles:** Actividades relacionadas con los procesos de fundiciones para bases de equipos, transformadores de potencia, bases para estructuras metálicas de subestaciones y líneas de transmisión y otros equipamientos.
- **Sistema Nacional Interconectado (SNI):** Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Nacional de Transmisión y las instalaciones eléctricas asociadas a las empresas de generación y distribución de energía eléctrica. El SNI permite la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo.
- **Sistema Nacional de Transmisión (SNT):** Es el conjunto formado por líneas de transmisión y subestaciones en las cuáles se incluye el equipamiento de

transformación, compensación, protección, maniobra, conexión, control y comunicaciones, destinadas al servicio público de transporte de energía eléctrica, y es operado por la empresa única de transmisión CELEC EP – TRANSELECTRIC. (En el **Anexo 1** se observa el Mapa del esquema geográfico del Sistema Nacional de Transmisión)

- **Subestación Eléctrica:** Es el conjunto de elementos, equipos e instalaciones que intervienen en el proceso de transformación de energía eléctrica, de tal manera que permiten el suministro de energía a las empresas de distribución o la evacuación de la energía producida por las centrales de generación. Estas pueden ser de elevación, cuando mediante un transformador de potencia se incrementa el nivel de voltaje, por ejemplo de 13,8 kV a 69 kV o subestación de reducción cuando el nivel de voltaje disminuye como por ejemplo de 230 kV a 138 kV.
- **Línea de transmisión:** Es un elemento que forma parte del Sistema Nacional de Transmisión, opera a un voltaje superior a 90 kV, permite transmitir o transportar energía eléctrica de un punto a otro. La línea de transmisión es un enlace físico entre dos subestaciones y está formado por un conjunto de estructuras metálicas, conductores, aisladores y accesorios.
- **Simple circuito:** Es una línea de transmisión formada por tres conductores, los cuáles se apoyan en las estructuras que forman parte de la línea de transmisión.
- **Doble circuito:** Es una línea de transmisión conformada por tres conductores, en cada lado, es decir, cuenta con seis conductores en total, los cuáles se apoyan en las estructuras que forman parte de la línea de transmisión.
- **Torres eléctricas:** Forman parte de las líneas de transmisión, están conformadas por estructuras metálicas autosoportantes que resisten el peso y los esfuerzos mecánicos de todos sus elementos como conductores y aisladores.
- **Torres de emergencia:** Son torres eléctricas formadas por elementos modulares, desarmables, de rápido transporte, su función fundamental es sustituir en un lapso muy breve, la(s) torre(s) averiada(s) de una línea de transmisión, por la acción de fenómenos naturales como: fuertes vientos, huracanes, deslaves; permitiendo disminuir el tiempo de indisponibilidad de la línea, haciendo posible restituir el servicio de transporte de energía eléctrica en el menor tiempo posible.

2.4.Sistema Eléctrico de Potencia

Un sistema eléctrico de potencia se puede dividir en tres partes principales:

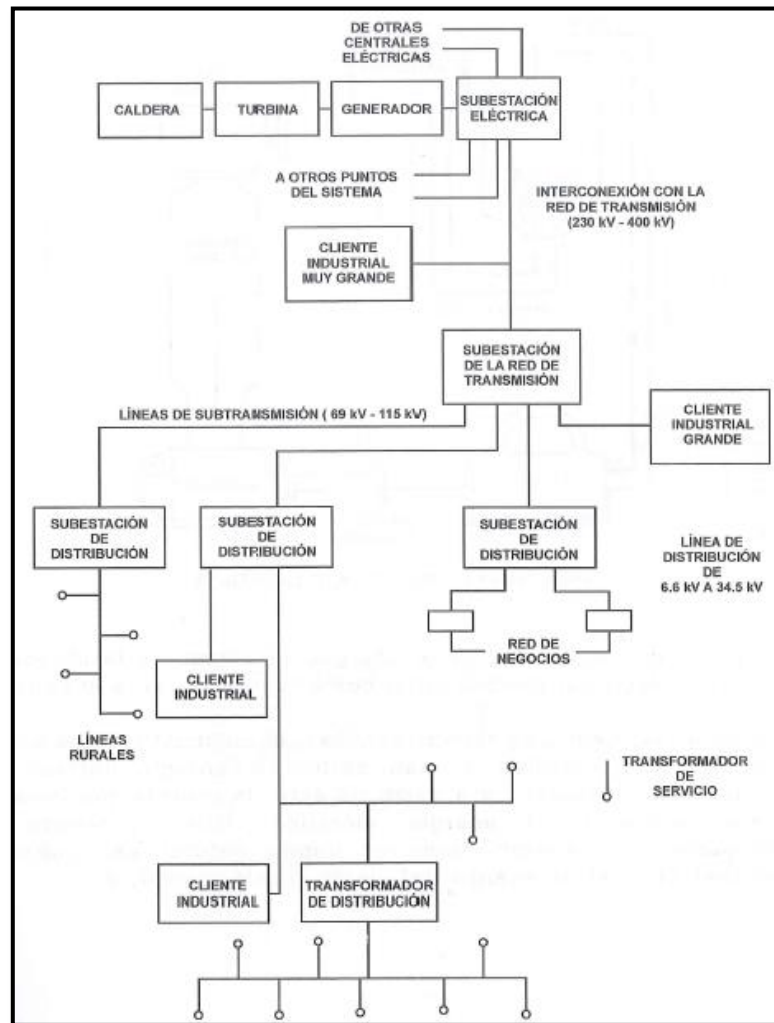
- **La generación**, que es la producción de electricidad.
- **La transmisión**, es el sistema de líneas que transporta la electricidad de las centrales eléctricas de generación al área en donde es usada.
- **La distribución**, es el sistema de líneas que conectan a un cliente individual al sistema eléctrico de potencia.

Las partes principales de un sistema eléctrico de potencia se muestran en la siguiente figura, en donde se observa que la electricidad debe ser generada y distribuida a cada cliente, pero la transmisión no siempre resulta tan obvia, la tendencia ha sido ubicar las centrales eléctricas distantes de las áreas densamente pobladas, siempre que sea posible, ya que el terreno es más barato y la gente no desearía tener una planta de generación cercana a su casa.

Adicionalmente, la localización remota permite o induce a que las plantas estén cercanas a las fuentes de combustible que usan, con lo cual se pueden lograr ahorros sustanciales en la producción de electricidad.

Las plantas hidroeléctricas se deben localizar, por supuesto, donde se encuentra el recurso hidrológico. El transporte de la electricidad a grandes distancias requiere de altos voltajes, mayores a aquellos que pueden ser manejados en forma segura por los usuarios. Por lo tanto, la energía eléctrica se transporta a las áreas generales de uso por las líneas de transmisión y se distribuye a los usuarios en voltajes bajos por las líneas de distribución. Los sitios en los cuales se usan transformadores de potencia para bajar los valores de voltajes de distribución, se conocen como subestaciones de distribución.

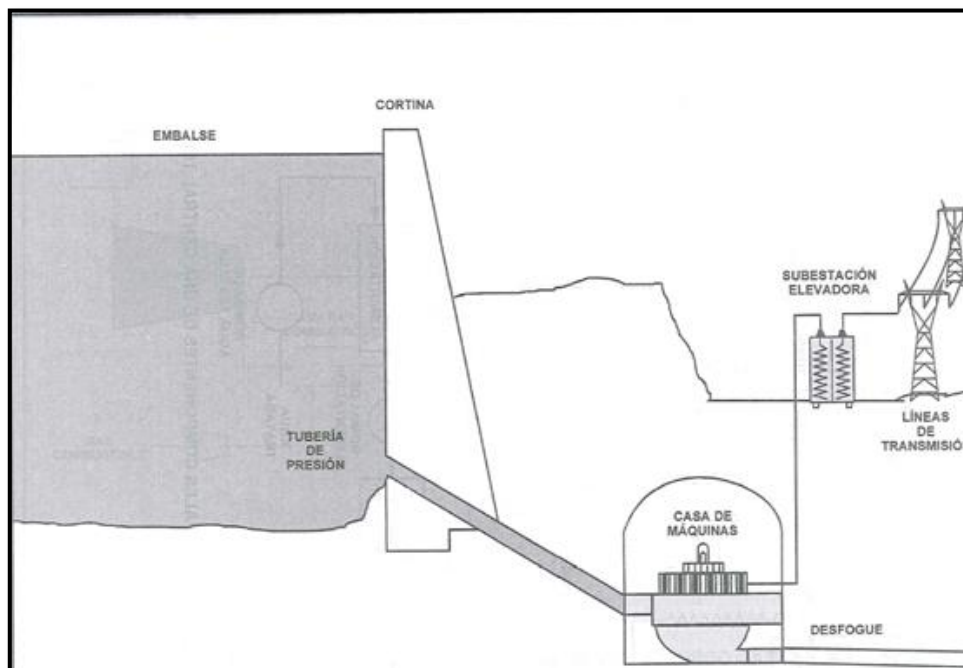
Figura 2.11.
Estructura de un Sistema Eléctrico de Potencia



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 15.

Los procesos de conversión de la energía, orientados a la obtención de la energía eléctrica, pueden tener como fuente primaria el agua.

Figura 2.12.
Principio de operación de una central hidroeléctrica



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 17.

2.4.1. Niveles de voltaje

Durante varios años, se ha hecho un esfuerzo por expandir los sistemas eléctricos elevando los niveles de voltaje para cada porción del sistema eléctrico de potencia. Se sabe que las pérdidas más importantes en el sistema de potencia, en el transporte de electricidad, son proporcionales al cuadrado de la corriente, de modo que si se duplica la corriente se cuadruplican las pérdidas.

También se sabe que la potencia es el producto de la corriente por el voltaje, de modo que en la medida que el voltaje aumenta la corriente disminuye, y entonces las pérdidas también disminuyen para una cantidad de potencia transferida; por lo tanto, el voltaje más alto logrado, prácticamente es el más favorable para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

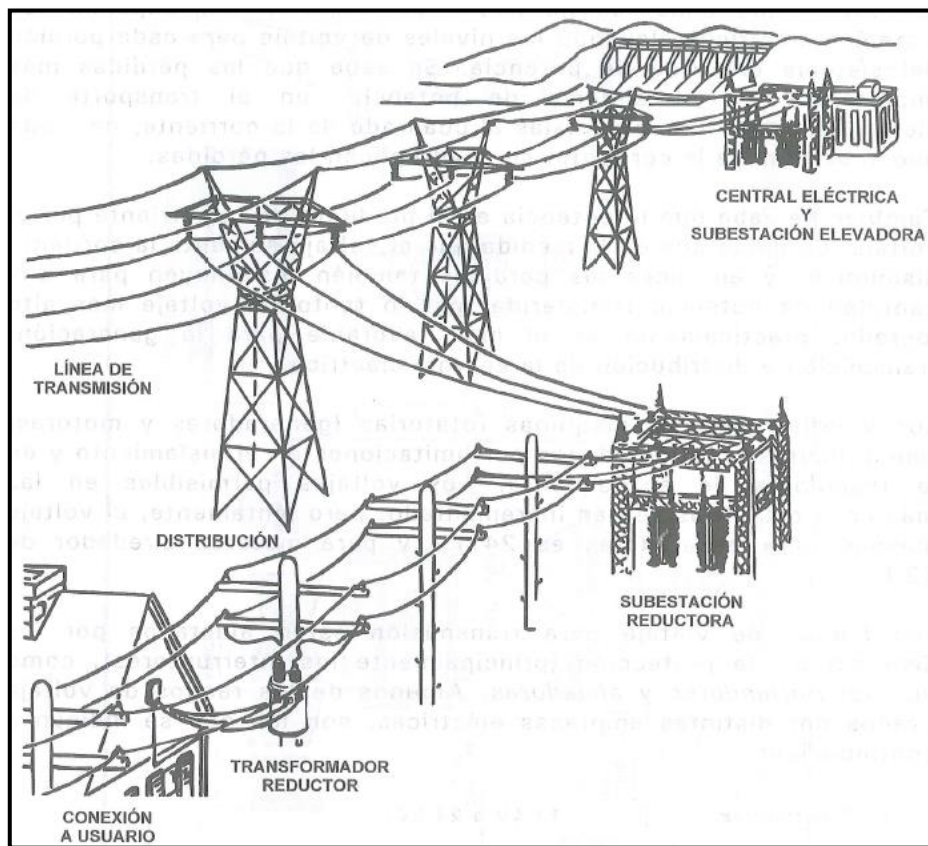
Los voltajes para las máquinas rotatorias (generadores y motores) tienen límites prácticos dados por limitaciones en el aislamiento y en la tecnología de enfriamiento. Los voltajes permisibles en las máquinas rotatorias se han incrementado, pero lentamente, el voltaje máximo para generadores es 24 kV y para motores alrededor de 12 kV.

Los límites de voltaje para transmisión están ajustados por los dispositivos de protección (principalmente como los interruptores), como los transformadores y aisladores. Algunos de los rangos de voltaje usados por distintas empresas eléctricas, son los que se indican a continuación:

- **Generadores:** 11 kV a 24 kV
- **Transmisión en extra alta tensión:** 345 kV, 400 kV, 500 kV y 765 kV en corriente alterna y alrededor de ± 500 kV o ± 600 kV en corriente directa.
- **Transmisión:** 115 kV a 230 kV.
- **Subtransmisión:** 34,5 kV a 69 kV.
- **Distribución:** 6 kV; 12,5 kV; 13,8 kV; 23 kV y 34,5 kV.

En la siguiente figura se muestra la estructura básica de un sistema eléctrico desde la generación hasta la conexión a los usuarios mostrando la función de transmisión y distribución.

Figura 2.13.
Estructura básica de un sistema eléctrico



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 22.

2.4.2. Los sistemas de transmisión y distribución

El sistema de transmisión y distribución consiste de miles de kilómetros de líneas de transmisión y distribución, subestaciones, transformadores y otros equipos dispersos interconectados sobre una gran área geográfica, de tal manera que distribuyan energía eléctrica necesaria a los clientes de las compañías suministradoras.

En un sistema eléctrico tradicional, la producción de la energía eléctrica se concentra únicamente en unas cuantas subestaciones de potencia. **El sistema de transmisión y distribución mueve la energía desde las plantas generadoras, generalmente distantes de los consumidores de la energía eléctrica.** En algunos casos, el costo se puede disminuir y la confiabilidad incrementar a través del uso de la generación distribuida –

numerosos y pequeños generadores colocados en puntos estratégicamente seleccionados dentro del sistema de potencia, cercanos a los clientes, éstas y otras fuentes distribuidoras (nombradas así porque ellas distribuyen a través del sistema muy cerca de los clientes), incluyendo sistemas de almacenamiento y manejos del lado de la demanda, algunas veces proporcionan grandes beneficios.

La misión primaria de un sistema de Transmisión y Distribución es distribuir energía eléctrica a los clientes en el lugar del consumo y lista para ser usada. El sistema debe distribuir energía a los clientes, los cuáles están dispersos a través del territorio con diferencias entre localización y demandas de los clientes. Este es el requerimiento primario para un sistema de transmisión y distribución, y otro básico, es que examine si cada cliente cuenta con una acometida lo suficientemente capaz de satisfacer sus demandas de energía eléctrica.

2.4.3. Las leyes de la transmisión y la distribución

La compleja interacción de un Sistema de Transmisión y Distribución es gobernada por un número de leyes físicas que relacionan el fenómeno natural que ha sido aprovechado para producir y transmitir la energía eléctrica. Estas interacciones han creado un cierto número de reglas que dominan el diseño de los sistemas de Transmisión y Distribución, por ejemplo:

- Es más económico transmitir energía eléctrica en alto voltaje. Así a mayor voltaje disminuye el costo por kW para poder transmitir la energía eléctrica.
- A mayor voltaje se incrementa la capacidad y el costo de los equipos, así, aunque las líneas de alto voltaje son más caras que una línea de bajo voltaje, tienen una capacidad mucho mayor. Por lo cual, solamente se justifican económicamente cuando se usan para transmitir grandes cantidades de energía.
- El voltaje de utilización no sirve para propósitos de transmisión. El voltaje 127 volts monofásicos usados en distribución no justifica económicamente el propósito de transmitir la energía eléctrica más que unos cuantos cientos de metros. La

aplicación de esos voltajes bajos para algo más que no sea distribución local, darán una gran cantidad de pérdidas, caídas de voltaje y equipo costoso.

- Es costoso cambiar el nivel de voltaje, pero el voltaje de transformación es más caro cuando no se transmite a una cierta distancia de energía eléctrica.
- Es más económico producir energía eléctrica en grandes cantidades. Es el reclamo que hacen los defensores de los modernos generadores distribuidos, a pesar de que es una economía de gran escala en la generación. Los grandes generadores producen energía más económica que los pequeños. De esta manera, esto es más eficiente para producir energía en unos cuantos lugares utilizando grandes plantas generadoras.
- La energía eléctrica debe ser distribuida en cantidades relativamente pequeñas en bajos niveles de voltaje (120 o 250 volts), el promedio de clientes tienen una demanda igual a un diezmilésimo o cienmilésimo de la salida de una generador grande.

Un Sistema de Transmisión y Distribución económico se basa en los conceptos anteriores. Deberá **“captar”** la energía eléctrica en unos cuantos lugares grandes (plantas generadoras) y distribuirla en muchos lugares pequeños (clientes). Esto podría de algún modo alcanzar un ahorro usando altos voltajes, pero únicamente cuando el flujo de energía eléctrica pueda ser dispuesto de tal manera que grandes cantidades se muevan simultáneamente a través de una trayectoria común.

Por último, la energía eléctrica debe subdividirse en cantidades pequeñas a nivel de usuario, reduciéndola al voltaje de utilización y dirigida a cada oficina y casa por medio de equipo cuya compatibilidad con las necesidades de los clientes individuales será relativamente muy ineficiente comparada con la totalidad del sistema.

2.4.4. Niveles del sistema de transmisión

La energía eléctrica puede concebirse como si fluyera hacia abajo a través de esos niveles en su viaje desde la generación hasta los clientes. Es decir, se mueve desde las plantas generadoras (nivel sistema) hasta el cliente, la energía viaja a través del nivel de

transmisión, subtransmisión, subestaciones, alimentadores primarios, hasta el nivel de servicio secundario, donde finalmente llega a los clientes.

Cada nivel se alimenta del nivel anterior y distribuye energía al nivel próximo inferior del sistema. Cada nivel varía en el tipo de equipo que tiene, sus características, misión y manera de diseñar y planear; sin embargo, todas comparten varias características comunes:

- Cada nivel es alimentado por un nivel superior, de tal manera que el próximo nivel superior está eléctricamente cercano a la generación.
- Ambos, tanto el voltaje nominal como la capacidad nominal de equipo disminuyen de un nivel a otro, al moverse desde la generación hasta el cliente. Las líneas de transmisión operan entre 69 y 1100 kV y tienen capacidades entre 50 y 2000 MW. Por otro lado, los alimentadores de distribución operan entre 2,2 y 34,5 kV y tienen capacidades de entre 2 y 35 MW.
- Como resultado, la capacidad neta de cada nivel se incrementa conforme nos acercamos a los clientes. Un sistema de potencia podría tener 4500 MVA de capacidad en subestaciones, pero 6200 MVA en capacidad de alimentadores y 9000 MVA de capacidad en los transformadores de servicio instalados.

Desde el punto de vista de los sistemas eléctricos, frecuentemente no se le da a la transmisión de energía eléctrica, tanta importancia como a la generación y a la utilización; y en consecuencia, existe una tendencia a despreciar este tema tan importante, aun cuando en la práctica existe una gran cantidad de personas relacionadas con el proyecto, construcción, operación y mantenimiento de las mismas.

En términos generales, la energía eléctrica se transporta por medio de líneas de transmisión, con diferentes niveles de tensión, según sea la potencia por transmitir y la distancia a que se haga. Estas líneas de transmisión pueden ser aéreas o subterráneas, la decisión de qué medio de transmisión usar (aéreo o subterráneo) depende de varios factores, como son el nivel de tensión, la potencia a transmitir y la distancia a que se transmitirá, el costo de la transmisión, la confiabilidad, etc.

Para proporcionar la energía eléctrica en una forma “**utilizable**” por los usuarios, un sistema de transmisión y distribución debe cumplir con ciertos requerimientos básicos, como son:

- Suministrar en forma ininterrumpida la potencia que los usuarios demandan.
- Mantener el voltaje nominal en forma estable, sin que exceda su variación dentro de un cierto rango, fijado por la empresa suministradora, de acuerdo al índice de calidad deseable, que puede estar alrededor de $\pm 10\%$ con respecto al valor nominal.
- Mantener la frecuencia estable, de manera que siempre se encuentre dentro de un rango de variación establecido, que puede ser por ejemplo ± 0.1 Hz.
- Suministrar la energía a un precio aceptable, es decir, se debe cumplir con un requisito de economía, en la transmisión y distribución.
- Respetar las normas de seguridad, establecidas en cuanto a distancias en aire; distancias de conductores con respecto al suelo y con respecto a construcciones en zonas urbanas; cruzamientos con ríos, carreteras, vías de ferrocarril, etc.
- Cumplir con los requerimientos de estética y de protección del medio ambiente.

Las líneas de transmisión constituyen una parte importante de la llamada “**red eléctrica**” de un sistema, ya que en sus distintos niveles de tensión, transmiten y distribuyen la energía eléctrica, pero también interconectan las distintas partes del sistema.

Se puede establecer genéricamente que las líneas de transmisión eléctricas, sirven para el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Se dividen principalmente en dos grandes categorías:

- Líneas aéreas
- Cables subterráneos

Las líneas aéreas están constituidas por conductores en aire apoyados en estructuras (torres) y sujetas por medio de aisladores. El asilamiento entre conductores lo proporciona

el aire, y el aislamiento entre los conductores y la tierra, se obtiene por medio de las cadenas de aisladores. En esta parte, sólo se hará referencia a las líneas de transmisión aéreas.

Tabla 2.2.
Tensiones de transmisión

Tensión nominal (kV)	Tensión máxima de diseño (kV)
400	420
230	245
161	172
138	142
115	123

Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 31.

En Ecuador los niveles para voltajes de alta tensión utilizados en los sistemas de transmisión son **138 kV y 230 kV**, en la actualidad se está ejecutando el proyecto de construcción del sistema de transmisión de extra alta tensión a **500 kV**.

El nivel de tensión a emplear en una línea de transmisión, así como su ubicación geográfica y eléctrica, se obtiene de los estudios de planeación correspondientes al desarrollo de la transmisión, donde se consideran aspectos como: desarrollo del sistema eléctrico, interconexión y enlaces, potencia a transmitir y distancia a que se transmitirá, potencia reactiva, etc.

En las etapas de anteproyecto y proyecto, se deben considerar aspectos específicos de cada línea de transmisión en particular, como son: la trayectoria y el perfil de la línea, la localización y tipo de estructura (torres), derecho de la vía, máximos valores permisibles de ruido, características ambientales y climatológicas y los parámetros eléctricos principales.

El análisis se puede hacer en base a las principales componentes de las líneas de transmisión que son: estructuras, conductores, aislamiento, herrajes.

La mayoría de estos elementos están definidos con anterioridad, ya que, por ejemplo, en el caso de las estructuras se tienen catálogos descriptivos de las principales características por fabricantes y por tipo de utilización. También los conductores están definidos para su uso, salvo casos especiales, como son: 1113 kCM en 400 kV; 900 kCM en 230 kV y 477 kCM en 115 kV; en ocasiones, también en 795 kCM en 230 kV y 115 kV.

En cuanto a los aisladores y herrajes, se puede decir que también se conocen las características básicas para el proyecto, en cada uno de los casos que se requieran.

2.5.Principales elementos constitutivos de las líneas de transmisión

Como se ha mencionado anteriormente, desde el punto de vista del proyecto de las líneas de transmisión, las principales componentes a considerar son:

Conductores

- Conductores de fase.
- Cable de guarda.

Aisladores

Estructuras

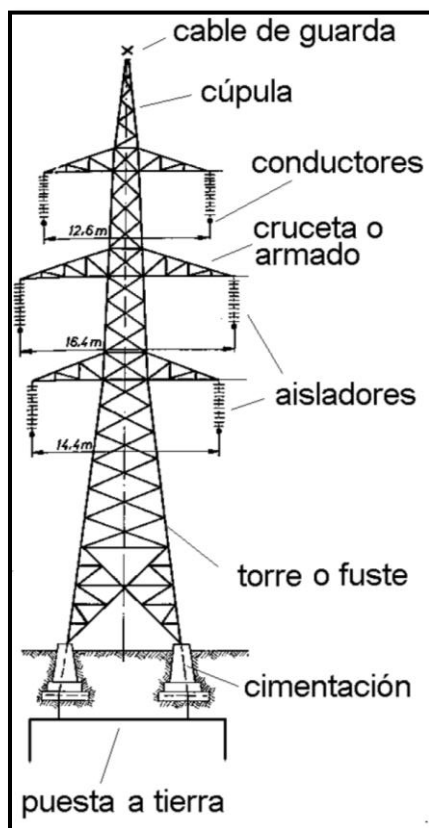
- Estructura soporte (torres + crucetas + cúpula).
- Cimentación.
- Puesta a tierra.

Herrajes

- Herrajes de fijación conductor – aislador.

- Herrajes de fijación aislador – apoyo.
- Amortiguadores.
- Anillos de guarda
- Separadores
- Elementos de empalme

Figura 2.14.
Partes de una torre de transmisión



Fuente: http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigte/apartados/textos/apartado5_2.PDF

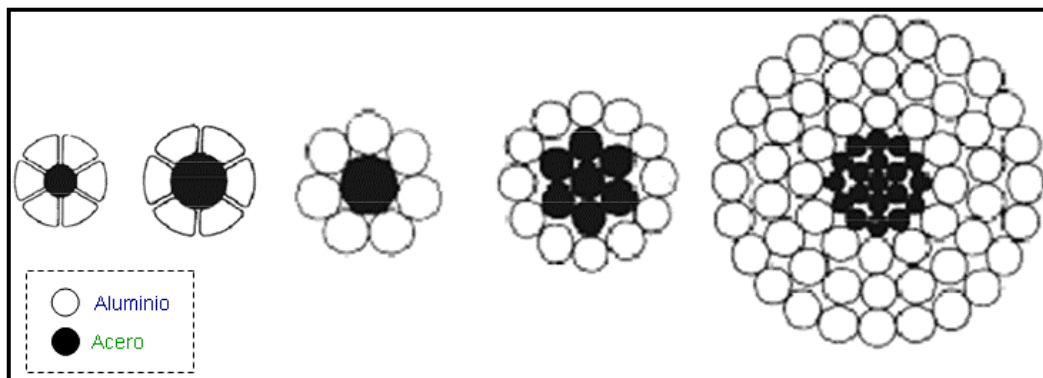
2.5.1. Conductores

Estos son siempre desnudos, pueden ser hilos de cobre reunidos formando cuerda o hilos de aluminio con refuerzo de acero. Estos últimos se prefieren por ser más ligeros y económicos. Al igual que las placas de un condensador, los conductores de una línea mantienen la carga al desconectar la fuente de tensión. Para prevenir accidentes graves,

antes de trabajar sobre una línea en vacío, ésta debe ponerse a tierra, por lo cual se colocan interruptores adecuados de puesta a tierra.

En la parte más alta de la torre, se ponen conductores desnudos, llamados de guarda, que sirven para apantallar la línea e interceptar los rayos antes que alcancen los conductores activos situados debajo. Esos hilos de guardia no conducen corriente, por lo que normalmente se hacen de acero y se conectan solidariamente a tierra en cada una de las torres. Las torres se conectan solidariamente a tierra. Cuando un rayo cae sobre la torre, o el cable de guardia, la corriente del rayo puede descargarse rápidamente a tierra sin llegar a producir arcos en la cadena de aisladores.

Figura 2.15.
Cables desnudos de Al – Ac para líneas aéreas



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>

Características de los conductores

- Los conductores de cobre son semiduros.
- La capacidad está basada en temperatura máxima del conductor de 75 °C, excepto en ACS, que es de 125 °C.
- Temperatura ambiente de 25 °C y velocidad del viento de 2,2, km/h.
- En el diámetro de los conductores ACSR se incluye el del aluminio y el del acero.
- El conductor de acero recubierto de cobre soldado es de extra – alta resistencia y con 30% de conductividad.

Es decir, que los principales elementos que se toman en consideración para la selección de un determinado tipo de conductor, son los siguientes:

- Capacidad de conducción de corriente del conductor, a la temperatura de operación considerada. (Incluyendo el efecto de la temperatura del medio ambiente).
- Máxima caída de tensión permisible. (Fijada por la regulación que depende de las condiciones de la calidad del servicio, fijadas en la operación).
- Límite económico de pérdidas. (Principalmente las pérdidas por efecto Joule).
- Límite de pérdidas por efecto Joule.
- Nivel máximo permisible de ruido. (En cuanto a interferencia electromagnética se refiere, principalmente).
- Características mecánicas, como:
 - Resistencia a la ruptura.
 - Módulos de elasticidad inicial y final.
 - Coefficientes de dilatación lineal, inicial y final.
 - Peso aproximado.

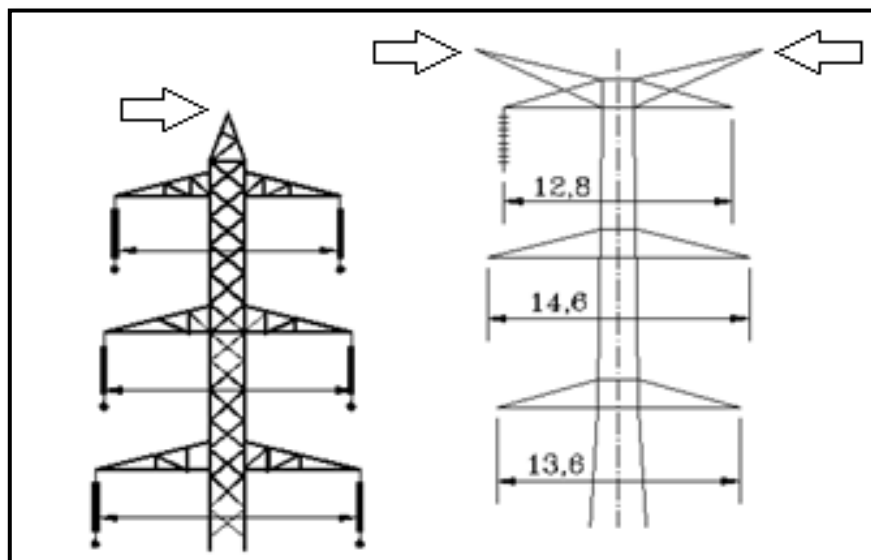
Conductores de fase

- Transportan la energía eléctrica.
- Baja resistencia eléctrica.
- Resistencia mecánica a la tracción elevada.
- Materiales: cobre, aluminio, aleación de aluminio, acero

Cable de guarda

- Protege los conductores de fase frente a rayos.
- Resistencia eléctrica: dato poco importante.
- Resistencia mecánica a la tracción elevada.
- Materiales: acero galvanizado, aluminio.
- Actualmente: OPGW (OPTical Ground Wire).

Figura 2.16.
Posiciones cables de guarda



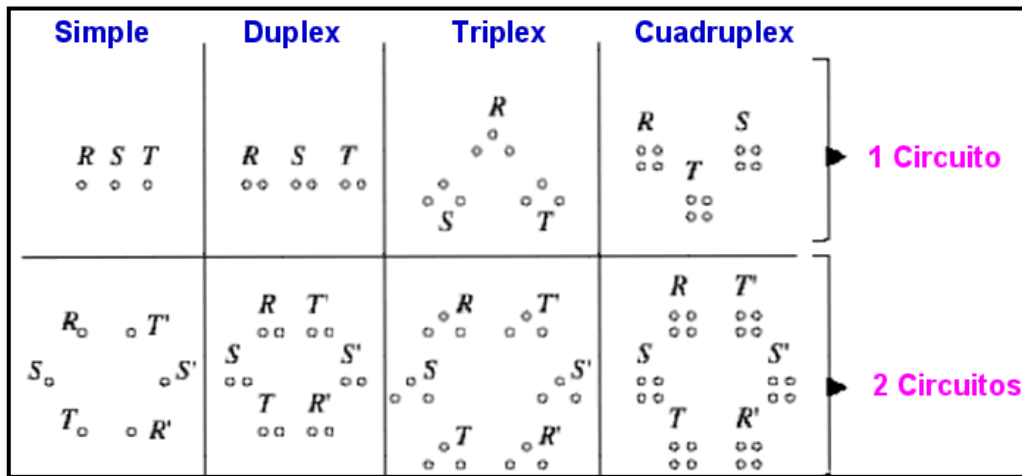
Fuente: http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigte/apartados/textos/apartado5_2.PDF

Disposición de los conductores

En la medida de lo posible los conductores de las líneas aéreas se disponen de tal manera que sus secciones formen los vértices de un triángulo equilátero, de esta manera la caída de tensión inductiva es la misma para los tres conductores, pero también se suele usar la disposición en un mismo plano.

Por otra parte, es frecuente la instalación en los apoyos de dos circuitos, o más, y que cada fase esté constituida por más de un conductor (conductor en haz).

Figura 2.17.
Disposición de conductores líneas aéreas



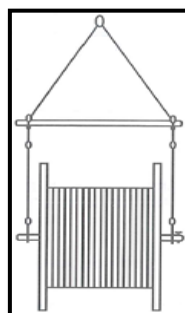
Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>

Manejo de conductores

Los conductores normalmente están enrollados en carretes de madera, por lo que el manejo y almacenaje de los carretes requieren de cuidados.

Los carretes de deben izar mediante el uso de cadenas o estrobo como se indica en el siguiente gráfico. El uso de la barra o tubo de fierro es obligatorio para no estrangular las paredes o tapas del carrete y evitar su eventual destrucción.

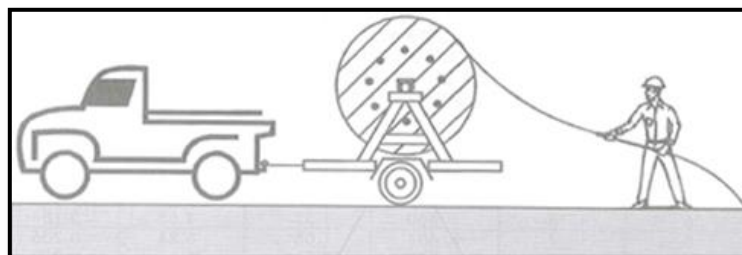
Figura 2.18.
Manejo de conductores



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 87.

Debido a lo dúctil del material, el conductor de aluminio o ACSR no se debe de arrastrar, se deberá tender en el suelo conforme se retira del carrete. El extremo del cable debe sujetarse a un poste o ancla.

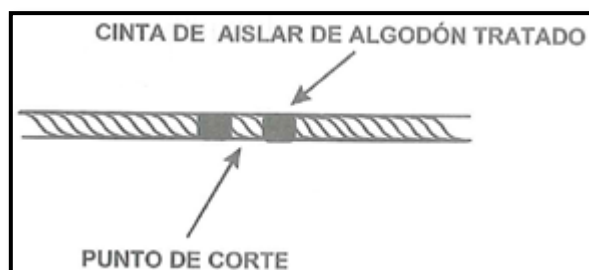
Figura 2.19.
Manejo del carrete y conductor



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 88.

Antes de cortar los cables se deben encintar para que no se desfilen y evitar accidentes.

Figura 2.20.
Corte del cable



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 88.

2.5.1.1. Conductores usados en el Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano

El Sistema Nacional de Transmisión Ecuatoriano (SNI) está conformado por:

- 2562 km de circuitos (en líneas de doble circuito, la longitud de los circuitos es la longitud de la línea por 2) de 230 kV y,
- 2589 km aislados para 138 kV.

Las líneas de transmisión de 230 kV y de 138 kV que conforman el SNI Ecuatoriano, han sido construidas casi en su totalidad en torres de acero galvanizado y conductores ACSR. Y de manera mínima se encuentran en conductores ACAR.

La siguiente tabla, resume los principales conductores en MCM utilizados en las líneas de transmisión del SNI Ecuatoriano.

Tabla 2.3.
Principales conductores utilizados en el SNI

ACSR (MCM)	ACAR (MCM)
1113	1200
636	300
477	750
397,5	
266,8	
266	

Fuente: GUERRA Christian, PAZMIÑO Cristhian, Repotenciación de una Línea de Transmisión de 230 kV con conductores de última generación tipo “T”, Capítulo 4, pág. 80.

- **Conductores de Aluminio reforzados con acero ACSR**

Los conductores de aluminio desnudos reforzados con acero tipo ACSR ofrecen una resistencia a la tracción o esfuerzo de tensión mecánico óptimo para el diseño de líneas de transmisión.

Este tipo de conductores están constituidos de un conductor formado por alambres de Aluminio grado EC cableados helicoidalmente alrededor de un núcleo de acero galvanizado, el cual puede consistir , o bien de un alambre o de un cableado helicoidal de una o varias capas de acero galvanizado.

La conductividad del ACSR se eligió semejante a la del Aluminio grado EC (61%) ya que se asume que el acero no contribuye a la conducción.

La relación del área transversal de aluminio al área transversal del acero puede ser variada de manera tal que, para una conductividad dada el conductor puede ser cableado con diferentes cargas de ruptura, simplemente variando el área del núcleo de acero. Esta flexibilidad junto con otras características tales como la relación “tracción/peso” favorable. El núcleo de acero reduce la resistencia a la corrosión del conductor. Esto no presenta problemas en ambientes secos y no contaminados y tampoco en ambientes contaminados donde la lluvia es frecuente y bien distribuida.

Para el caso de ambientes que puedan producir corrosión, el conductor se suministra con un tratamiento especial de grasa, el cual evita la entrada del contaminante al núcleo.

Para el sistema de transmisión ecuatoriano en el nivel de 230 kV se usa el conductor: Bluejay 113 KCM, stranding “Al/St 45/7”

En el **Anexo 2** se observa las características de los conductores ACSR usado en el SNT.

- **Conductores de aluminio reforzados con AA6201 ACAR**

Este tipo de conductores ofrecen una buena resistencia a la tracción y una excelente relación esfuerzo de tensión – peso, para el diseño de estas líneas cuando tanto la capacidad de corriente como la resistencia mecánica son factores críticos a ser considerados en el mismo.

Cabe recalcar que a igual peso, los conductores ACAR ofrecen mayor resistencia mecánica y capacidad de corriente que el ACSR.

Debido a esta característica este tipo de conductores son empleados para la construcción de líneas de transmisión con tramos largos, especialmente si el tamaño de conductores es considerable.

Se presenta otra alternativa, aparte del ACSR, y son los conductores de aluminio reforzados con AA6201 (ACAR).

El ACAR consiste en un conductor formado por alambres de aluminio grado EC cableados helicoidalmente alrededor de un núcleo con una o varias capas de AA6201 (ACAR). La versatilidad en el diseño del ACAR con respecto a sus óptimas propiedades eléctricas y de tracción, permite obtener el diseño de líneas específicas.

La excelente resistencia a la corrosión los hace especialmente adecuados para el servicio en ambientes industriales y marítimos muy severos (en los cuáles no puede esperarse el buen servicio de los ACSR) ya que, siendo los materiales homogéneos, queda eliminada la posibilidad de corrosión galvánica.

Para el sistema de transmisión ecuatoriano en el nivel 230 kV se usa el conductor: ACAR 1200 KCM, stranding “Al/St 18/19”

En el **Anexo 3** se observa las características de los conductores ACAR usados en el SNT.

2.5.2. Aisladores

Los sistemas de aislamiento en líneas de transmisión comprenden principalmente dos elementos: el aire y los elementos aisladores. Al ubicarse las líneas de transmisión al aire libre y cubrir, en muchos casos, cientos de kilómetros se hace necesario considerar diversos factores para un buen desempeño del aislamiento. Estos factores deben tomar en cuenta los espaciamientos mínimos línea – estructura, línea – tierra y entre fases, el grado de contaminación del entorno, la cantidad de elementos aisladores a considerar y la correcta selección de estos.

Los aisladores cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores. Deben soportar la carga mecánica que el conductor transmite a la torre a través de ellos. Deben aislar eléctricamente el conductor de la torre, soportando la tensión en condiciones normales y anormales, y sobretensiones hasta

las máximas previstas (que los estudios de coordinación del aislamiento definen con cierta probabilidad de ocurrencia).

La tensión debe ser soportada tanto por el material aislante propiamente dicho, como por su superficie y el aire que rodea al aislador. La falla eléctrica del aire se llama contorneo, y el aislador se proyecta para que esta falla sea mucho más probable que la perforación del aislante sólido.

Surge la importancia del diseño, de la geometría para que en particular no se presenten en el cuerpo del aislador campos intensos que inicien una crisis del sólido aislante.

- **Materiales de los aisladores**

Históricamente se han utilizado distintos materiales, porcelana, vidrio, y actualmente materiales compuestos, y la evolución ha ocurrido en la búsqueda de mejores características y reducción de costos.

- **Porcelana**

Es una pasta de arcilla, caolín, cuarzo o alúmina se le da forma, y por horneado se obtiene una cerámica de uso eléctrico. Este material es particularmente resistente a compresión por lo que se han desarrollado especialmente diseños que tienden a solicitarlo de esa manera.

- **Vidrio**

Cristal templado que cumple la misma función de la porcelana, se trabaja por moldeado colándolo, debiendo ser en general de menos costo.

Se puede afirmar que en general la calidad de la porcelana puede ser más controlada que la del vidrio, esta situación es evidenciada por una menor dispersión de los resultados de los ensayos de rotura.

- **Materiales compuestos**

Fibras de vidrio y resina en el núcleo, y distintas "gomas" en la parte externa, con formas adecuadas, han introducido en los años más recientes la tecnología del aislador compuesto. Estas modernas soluciones con ciertas formas y usos ponen en evidencia sus ventajas sobre porcelana y vidrio.

- **Características de los aisladores**

Al especificar los aisladores se resaltan dos tipos de características, que deben combinar por su función, las mecánicas, y las eléctricas.

- **Características eléctricas**

Los aisladores deben soportar tensión de frecuencia industrial e impulso (de maniobra y/o atmosféricos), tanto en seco como bajo lluvia. Influyen en la tensión resistida la forma de los electrodos extremos del aislador.

Una característica importante es la radio – interferencia, ligada a la forma del aislador, a su terminación superficial, y a los electrodos.

En las cadenas de aisladores, especialmente cuando el número de elementos es elevado la repartición de la tensión debe ser controlada con electrodos adecuados, o al menos cuidadosamente estudiada a fin de verificar que en el extremo crítico las necesidades que se presentan sean correctamente soportadas.

La geometría del perfil de los aisladores tiene mucha importancia en su buen comportamiento en condiciones normales, bajo lluvia, y en condiciones de contaminación salina que se presentan en las aplicaciones reales cerca del mar o desiertos, o contaminación de polvos cerca de zonas industriales. La contaminación puede ser lavada

por la lluvia, pero en ciertos lugares no llueve suficiente para que se produzca este efecto beneficioso, o la contaminación es muy elevada, no hay duda de que la terminación superficial del aislante es muy importante para que la adherencia del contaminante sea menor, y reducir el efecto (aumentar la duración).

Una característica interesante de los materiales compuestos siliconados es un cierto rechazo a la adherencia de los contaminantes, y/o al agua.

La resistencia a la contaminación exige aumentar la línea de fuga superficial del aislador, esta se mide en mm/kV (fase tierra), y se recomiendan valores que pasan de 20, 30 a 60, 70 mm/kV según la clasificación de la posible contaminación ambiente.

- **Características mecánicas**

Los aisladores de cadena deben soportar solo cierta tracción 7000, 16000 o más kg. Deben soportar cierta compresión, y/o cierta flexión.

Al estar sometidos a las inclemencias del tiempo una característica muy importante es la resistencia al choque térmico (que simula el pasar del pleno sol a la lluvia).

También por los sitios donde se instalan, los aisladores son sometidos a actos vandálicos (tiros con armas, proyectiles pétreos o metálicos arrojados), es entonces importante cierta resistencia al impacto.

Frente a estas necesidades, el comportamiento de los tres tipos de materiales es totalmente distinto, el vidrio puede estallar, siendo una característica muy importante que la cadena no se corte por este motivo. La porcelana se rompe perdiendo algún trozo pero generalmente mantiene la integridad de su cuerpo, mecánicamente no pierde características, solo son afectadas sus características eléctricas. Con los aisladores compuestos por su menor tamaño es menos probable que la agresión acierte el blanco, los materiales flexibles no se rompen por los impactos y las características del aislador no son afectadas.

- **Aisladores de línea**

En las líneas de transmisión se distinguen básicamente los siguientes tipos de aisladores:

- **Aisladores de suspensión**

Los aisladores de suspensión o disco, son los más empleados en las líneas de transmisión, se fabrican de vidrio o porcelana uniéndose varios elementos para conformar cadenas de aisladores de acuerdo al nivel de tensión de la línea y el grado de contaminación del entorno.

Figura 2.21.

Aislador de suspensión de porcelana 10", 25000 libras

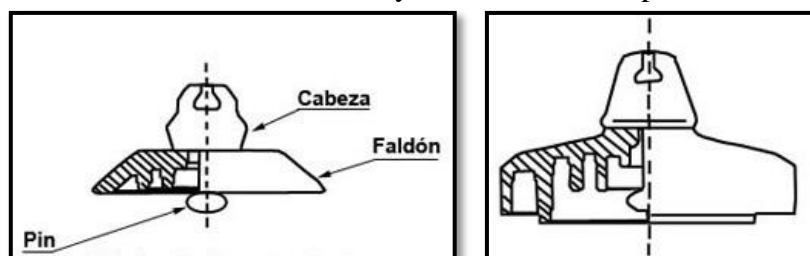


Fuente: http://www.dirind.com/die/monografia.php?cla_id=5

En esta figura se aprecian los principales tipos de aisladores de suspensión:

Figura 2.22.

Aislador de disco standard y aislador de disco para nieblas



Fuente: http://www.dirind.com/die/monografia.php?cla_id=5

- **Aisladores de barra larga**

Comenzaron a desarrollarse hace 30 años. Constituyen elementos de una sola pieza y se fabrican de porcelana o de materiales sintéticos (composite insulators). Estos aisladores requieren menos manutención que los del tipo disco, no obstante su costo es más elevado. En esta figura se aprecia un aislador de barra larga sintético.

Figura 2.23.
Aislador de barra larga



Fuente: http://www.dirind.com/die/monografia.php?cla_id=5

- **Aisladores tipo poste**

Se fabrican con porcelana o materiales sintéticos. Se utilizan poco en líneas de transmisión y para tensiones por sobre 230 kV. Su principal aplicación está en aparatos de subestaciones. En la figura se tiene un aislador de tipo poste.

Figura 2.24.
Aisladores tipo poste

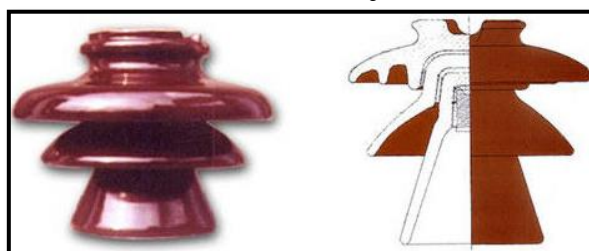


Fuente: <http://www.diresagdl.com/lapp-insulators.html>

- **Aisladores fijos**

Unidos al soporte por un herraje fijo y no pueden, por consiguiente, cambiar normalmente de posición después de su montaje.

Figura 2.25.
Aisladores fijos



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>

- **Aisladores tipo polimérico**

Existen aplicaciones en ciertos casos de líneas de transmisión, por ejemplo, en torres compactas tubulares usadas en zonas urbanas o con derecho de vía restringido, o bien en áreas con alto índice de contaminación, en que resulta conveniente usar aisladores que no sean de vidrio o porcelana; en estos casos, se recomienda el uso de los llamadas aisladores con material polimérico.

Figura 2.26.
Aisladores poliméricos

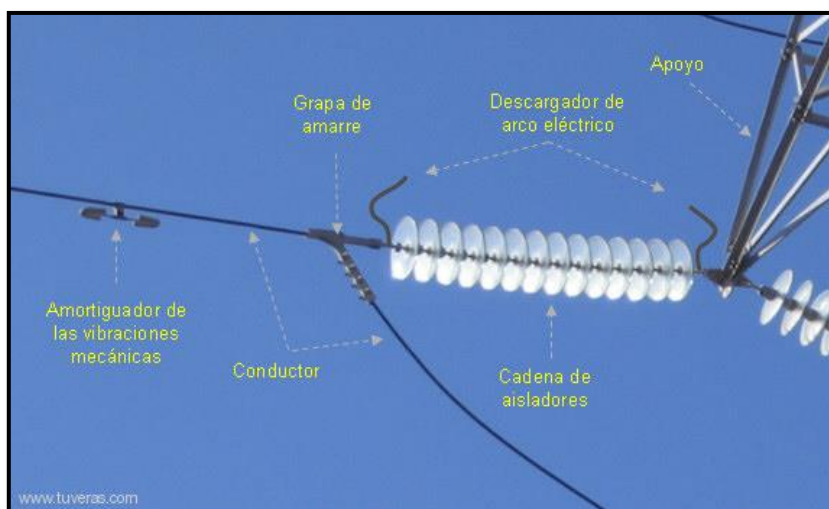


Fuente: <http://1073.hn.all.biz/aisladores-polimericos-g453>

- **Aisladores en cadena**

Constituidos por un número variable de elementos según la tensión de servicio; formando una cadena móvil alrededor de su punto de unión al soporte. Este es el tipo de aislador más empleado en media y en alta tensión.

Figura 2.27.
Cadena de aisladores



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>

2.5.3. Estructuras (Torres)

Las estructuras o torres, soportan el peso y los esfuerzos de los conductores, aisladores, herrajes, y los empujes adicionales debido al viento o acumulación de hielo y nieve en los conductores, mantienen separados los conductores entre sí, constituyen el soporte mecánico de las líneas de transmisión, y económicamente hablando, representan la mayor inversión. En algunos países como Canadá, Estados Unidos, Alemania, Suecia, Finlandia, etc., se pueden encontrar líneas de transmisión con estructuras de madera. Por su tipo, las torres pueden ser principalmente:

- **Estructuras autoportadas con celosía**

El nombre se debe a que, mecánicamente, no requieren de apoyos adicionales para trabajar, como elementos sujetos a los esfuerzos de tensión y compresión debidos a cargas de conductores, aisladores y elementos externos como: presión del viento, carga de hielo, etc., además del tensionado normal para montaje.

- **Estructuras autoportadas tipo tubular**

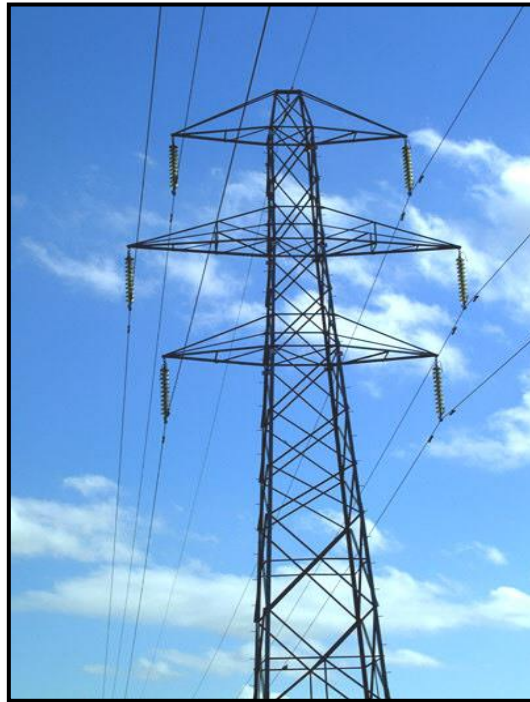
Estas torres también son autoportadas, en el mismo concepto de las tipo celosía; la diferencia está en que no se construyen como las de celosía, con ángulos o perfiles, sino que se usa tubo de acero, lo que hace que sean más compactas, pero también su costo es superior a igualdad de condiciones de operación, también se diseñan para trabajar en suspensión o a tensión.

Debido a su alto costo, su uso está restringido a zonas donde se tienen problemas de disponibilidad de terreno para construir la línea, y también de estética; es decir, se aplican preferentemente en zonas urbanas con diseños compactos, donde se pueden usar también aislamientos sintéticos, o sea, aislamientos no convencionales a base de discos de vidrio o porcelana.

- **Estructuras de suspensión**

Su función es solamente soportar el peso de los conductores y la acción del viento sobre ellos y sobre la misma estructura, son empleadas en las alineaciones rectas, los conductores no ejercen tracción sobre ellas.

Figura 2.28.
Estructura de suspensión

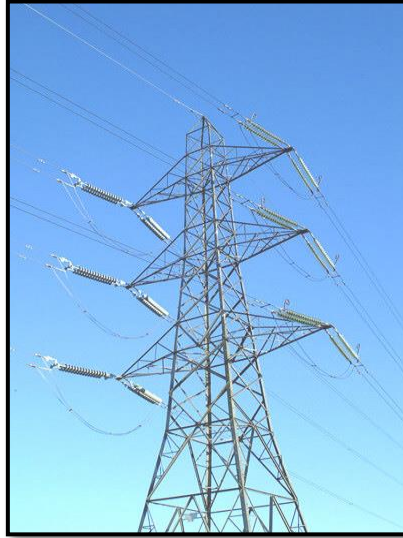


Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/tipoapoyos/alineacion.jpg>

- **Estructura de retención**

Proporcionan puntos firmes en la línea, que limitan e impiden la destrucción total de la misma, por cualquier causa que se rompa un conductor. Pueden soportar esfuerzos de tracción de los conductores, evitan el posible efecto “dominó” (caída sucesiva de varias estructuras).

Figura 2.29.
Estructura de retención



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/tipoapoyos/amarre.jpg>

- **Estructura de ángulo**

Sustentan los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado, además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de estructuras aparece la composición de las tensiones de cada dirección.

Figura 2.30.
Estructura de ángulo



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/tipoapoyos/angulo.jpg>

- **Torres de fin de línea**

Situadas al principio o final de la línea, soportan esfuerzos de tracción de todos los conductores; son su punto de anclaje de mayor resistencia.

Figura 2.31.
Estructura de fin de línea



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/tipoapoyos/finlinea.jpg>

- **Torres especiales**

Su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación.

2.5.4. Herrajes

Los herrajes son los elementos de unión de los conductores con los aisladores, y de éstos con la estructura o torre. La confiabilidad de estos elementos es parte importante de la confiabilidad de la línea de transmisión en su conjunto, especialmente en líneas de transmisión largas, con distancias entre torres “claros” grandes; considerando también el uso de más de un conductor por fase.

La experiencia de operación y construcción de líneas de transmisión, han permitido la fabricación de distintos tipos de herrajes y accesorios, necesarios para la construcción de líneas eléctricas.

Existen diferencias entre el tipo de herrajes y accesorios usados en las líneas de transmisión aéreas, que emplean aisladores de disco y las líneas que usan aisladores rígidos; también, existen desde luego, diferencias con los herrajes de líneas de transmisión, que usan aisladores de fibra de vidrio, plástico o polímeros en general.

Para los propósitos del proyecto y construcción de líneas de transmisión, se dispone normalmente de información bastante detallada por parte de los fabricantes de estos elementos; y por lo general, las empresas eléctricas disponen de especificaciones normalizadas donde se dan, en primer término, las características de los materiales más idóneos para cumplir con las solicitaciones mecánicas y la resistencia a los problemas de corrosión; ya que en cada caso, los materiales deben ser de calidad y composición química claramente especificada.

Figura 2.32.
Tipos de herrajes



Fuente: <http://www.tuveras.com/lineas/herrajes.jpg>

Las características mecánicas de los herrajes se refieren comúnmente a la carga mínima de ruptura a la tracción del conductor, a la cual se van a destinar; de esta manera, los arreglos para suspensión simple o múltiple deben presentar una carga de ruptura, respectivamente del 60% y del 80% de la carga mínima de ruptura del conductor a la tracción. Los arreglos de remate sencillo, un 110% de esta carga de ruptura y los arreglos de remate doble, un 130% de la misma carga.

Los materiales constitutivos de los herrajes deben ser por sí mismos resistentes a la corrosión provocada por los agentes atmosféricos, lo cual se puede lograr por medio de un tratamiento superficial conveniente (recubrimiento de zinc, cromado, anodizado, recubrimiento con cadmio, o algún otro tipo de tratamiento); todas las partes metálicas no resistentes a la corrosión, y para los cuáles no resulta aplicable el revestimiento protector, se deben recubrir convenientemente con grasas neutras.

Se debe verificar que en el ensamble de los herrajes, no exista en ningún caso la posibilidad de que estén en contacto entre sí metales distintos que ocupan posiciones distantes, uno respecto a otro, en la serie electroquímica de los elementos; de manera que se evite, hasta donde sea posible, la presencia de fenómenos de corrosión electrolítica en presencia de humedad o bajo lluvia. De acuerdo con lo anterior:

- Para conductores de cobre, se pueden usar herrajes de bronce, de cobre – níquel, o fierro cromado, pero nunca de fierro galvanizado.

Por las mismas razones, en conductores que llevan acero galvanizado, no se deben usar conectores de cobre, mientras que en los conductores de acero y aluminio galvanizados (ASCR), el comportamiento es óptimo debido a que los dos metales, aluminio y zinc, son contiguos en la serie electroquímica. En este caso los herrajes deben ser a base de aluminio o de acero galvanizado.

Todos los herrajes se deben construir libres de imperfecciones, con superficies uniformes y con perfiles que den ángulos con radios de curvatura, suficientes como para reducir al mínimo, los fenómenos de efluvios. (Corona)

Los principales herrajes usados en las líneas de transmisión, son los siguientes:

- **Herrajes para unión de cables**

Los conductores de las líneas de transmisión se suministran, por lo general, en grandes carretes para conductores sencillos, con algunos centenares de metros. Durante la construcción, se requieren normalmente longitudes muy superiores a los de los carretes, por lo que es necesario realizar uniones en los cables.

Estas uniones deben cumplir básicamente con una doble función, que es la de asegurar una buena conductividad eléctrica, cuando menos a la del conductor por unir; y además una buena resistencia mecánica contra el “Deshilamiento” y el “Deslizamiento”, entre las dos capas que la unión debe conectar, al menos a un valor de 95% de la carga de ruptura del conductor (los mismos valores de conductividad eléctrica y de resistencia mecánica, se deben obtener con los herrajes de amarre).

En la actualidad, se prefiere el uso de las llamadas uniones a compresión, que permiten obtener la máxima garantía de seguridad y de estabilidad de las características mecánicas. Estos herrajes deben estar libres del efecto corona y de radio interferencia. Los herrajes para uniones de cables, se disponen básicamente en dos tipos:

- Empalmes a compresión
- Conectores paralelos

- **Separadores**

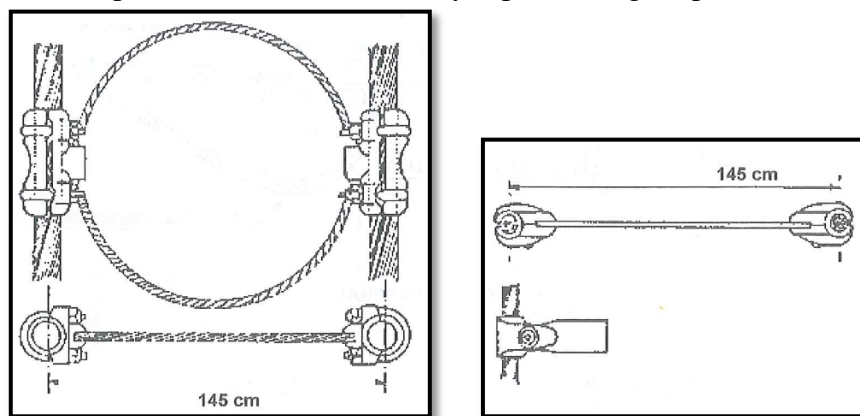
El empleo de conductores múltiples en cada fase de las líneas de transmisión, presenta algunas complicaciones constructivas y de montaje de los propios conductores y del equipo de suspensión y de amarre asociado; por otra parte, resultan incrementadas las solicitaciones debidas al viento y a las sobrecargas de hielo y nieve.

No obstante, el uso de más de un conductor por base en las líneas de transmisión de alta tensión, ofrece las siguientes ventajas:

- Una sensible reducción, a igualdad de sección total de los conductores y al igual distancia, entre las fases del grado máximo de tensión en el espacio circulante.
- Una reducción de las pérdidas por efecto corona y de los disturbios a las telecomunicaciones.
- Un aumento de la capacitancia y una disminución de la inductancia por unidad de longitud, con la consecuente disminución de la impedancia característica de la línea.

Figura 2.33.

Separador flexible para dos conductores/fase y separador rígido para dos conductores/fase



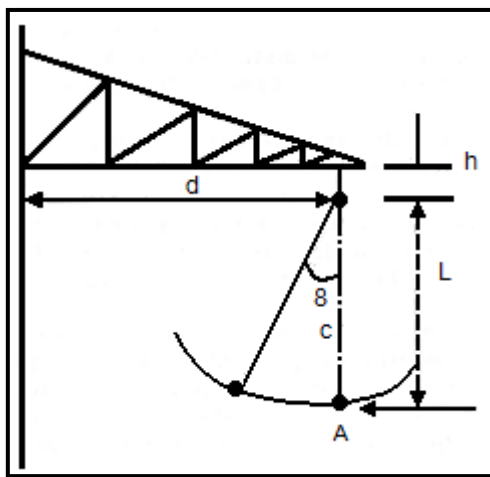
Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 109.

- **Amortiguadores de vibraciones tipo stockbridge**

Los conductores de una línea eléctrica en los claros interpostales, se encuentran bajo la acción del viento, que sopla en sentido normal a la línea. Para una línea equipada con aisladores en suspensión, como se muestra en la siguiente figura, es evidente que el conductor A en la cadena C, bajo la acción del viento, se desplaza con respecto a la vertical AB, en cierto ángulo X , que puede alcanzar valores del orden de 30° .

Figura 2.34.

Desplazamiento del conductor de una L/T bajo acción del viento



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág.106.

Las dimensiones de d , L y h , varían según sea la tensión de transmisión y la estructura de la línea.

La acción del viento, aun cuando sopla con velocidades pequeñas, del orden de 10 a 30 km/hora, es motivo de preocupación, ya que producen pequeñas vibraciones de frecuencia elevada en los conductores.

La amplitud de este movimiento vibratorio, puede alcanzar valores tales que produzcan fatigas en los conductores, en la cercanía de los remates y puntos de sujeción, con peligro de rotura.

Para prevenir estas oscilaciones en las líneas de alta tensión, se adoptan:

- Herrajes ligeros no anudados. (atornillados).
- Amortiguadores stockbridge.

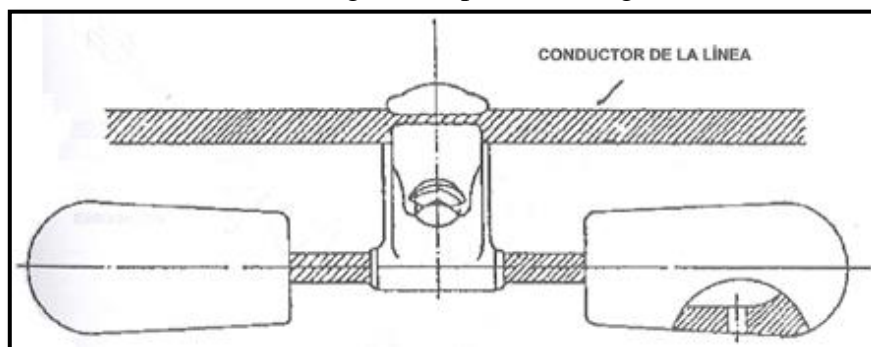
Los herrajes de suspensión atornillados, llamados también anti vibratorios, son de construcción corta y ligeros, con el punto de oscilación sobre el eje del conductor. Tienen tornillos en los dos sentidos normales entre sí, de manera que la onda de vibración pueda pasar de un claro a otro alternativamente, dado que dos claros sucesivos no presentan, casi nunca, características mecánicas iguales.

Los amortiguadores de vibraciones stockbridge, están constituidos de dos masas cilíndricas, unidas entre sí, por un tramo corto de acero, que se une al conductor por medio de un herraje adaptado.

La instalación de este tipo de amortiguadores se hace a una distancia relativamente pequeña, con respecto a los herrajes de suspensión. El peso de los amortiguadores, varía según el diámetro del conductor, y es del orden de 4 a 5 kg.

El objetivo del amortiguado, es el de interrumpir la frecuencia de las vibraciones del conductor; teniendo su propia frecuencia de un valor diferente.

Figura 2.35.
Amortiguador tipo stockbridge



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 107.

2.6.Requisitos para el proceso de transmisión

En virtud de que las líneas de transmisión entregan o transportan la energía desde las centrales eléctricas a las subestaciones y a las grandes plantas o instalaciones industriales, y finalmente a las redes de distribución. Las líneas de transmisión también interconectan centrales eléctricas para permitir el intercambio de potencia cuando alguna central está fuera de servicio, ya sea por falla o por mantenimiento.

Para la construcción de líneas de transmisión se deben cumplir con ciertos requisitos, como son las distancias de seguridad y el establecimiento de una zona de seguridad o derecho de vía, que son aplicables en cualquier lugar que se construya una línea de transmisión y a partir de una tensión de 69 kV.

El derecho de vía, zona de seguridad o también conocida como zona de servidumbre en las líneas de transmisión de alta y extra alta tensión, es una franja de terreno que se debe dejar a lo largo de la línea de transmisión, para de esta manera garantizar que no se presentes accidentes con personas o animales por contactos directos o indirectos.

Por otra parte, el campo electromagnético que producen a su alrededor las líneas de transmisión no debe producir perturbaciones al medio circundante, y en particular a las personas que habitan en las cercanías. Dentro del derecho de vía se debe evitar la siembra de árboles o arbustos, que al paso del tiempo, por su crecimiento, pueden alcanzar a las líneas y constituyan un peligro.

Es muy importante considerar que bajo ninguna circunstancia se debe permitir la construcción de edificaciones o estructuras en el derecho de vía, ya que constituyen un alto riesgo tanto para las edificaciones como para sus ocupantes.

Tabla 2.4.

Separación horizontal mínima de conductores a edificios, construcciones y cualquier otro obstáculo

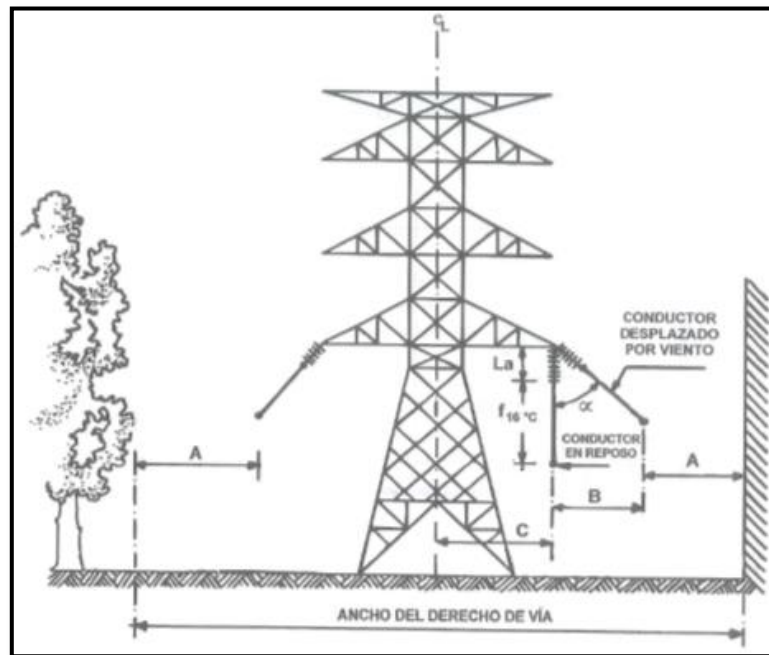
Tensión nominal entre fases (V)	Distancia horizontal mínima "A" (m)
De 150 a 600	1
Hasta 6600	1,2
13800	1,35
23000	1,4
34500	1,45
69000	1,8
85000	2
115000	2,4
138000	2,4
150000	2,9
161000	3,2
230000	4

Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 49.

Notas:

- Las distancias indicadas en la tabla anterior, se incrementarán 1% por cada 100 m de altitud que supere los 1000 msnm.
- Los cables de comunicación y mensajeros, deben guardar una distancia mínima de 1m con el obstáculo más cercano.
- Para tensiones de 34,5 kV o menores, cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m, siempre que los conductores tengan aislamiento para prevenir un corto – circuito en caso de un contacto momentáneo a tierra.

Figura 2.36.
Integración del derecho de vía



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 50.

Donde:

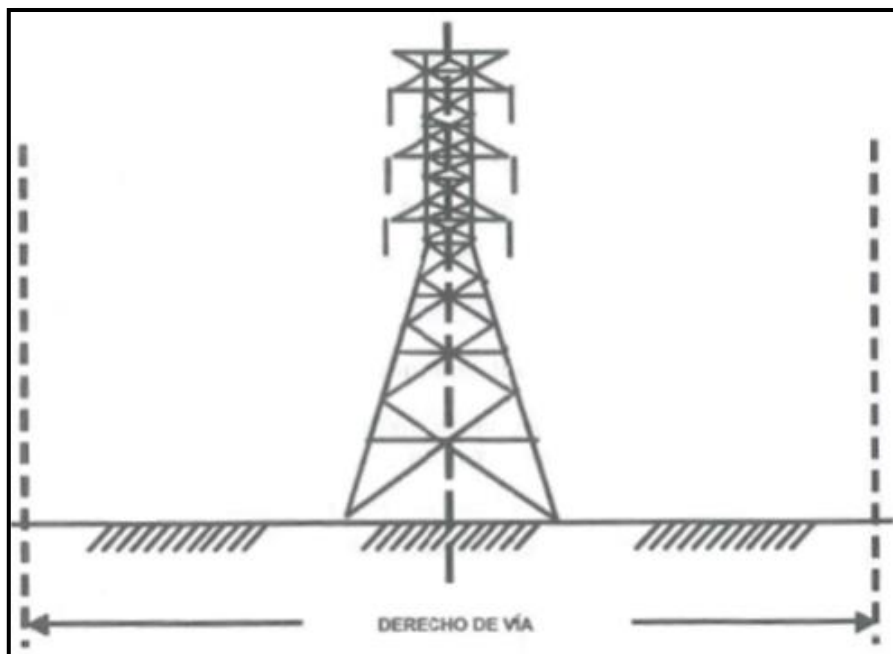
- **A:** Separación horizontal mínima de seguridad
- **B:** Proyección horizontal de la flecha más cadena de aisladores
- **C:** Distancia del eje de la estructura al conductor externo en reposo
- **La:** Longitud oscilante de la cadena de aisladores
- **$f_{16°C}$:** Flecha final a 16°C

Tabla 2.5.
Derecho de vía para algunos niveles de tensión

Tipo de Estructura	Tensión (kV)	Ancho mínimo (m)
Torres	400	40 – 55
Torres	220/230 (2 Ctos)	32
	220/230 (1 Cto)	30
Torres	110/115 (2 Ctos)	20
	110/115 (1 Cto)	20

Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 52.

Figura 2.37.
Ancho de la zona del derecho de vía



Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica, capítulo 1, pág. 52.

2.6.1. Criterios generales para la selección de la trayectoria

Criterios básicos

El criterio que se adopta para cada uno de los conceptos que se toman en cuenta para la evaluación de la ruta, depende y varía de acuerdo con los siguientes factores:

Tensión de línea: Menores de 230 kV, 230 kV y 400 kV

Topografía predominante, considerando el tipo de terreno: Plano, lomerío o montañoso

Condiciones meteorológicas: Precipitaciones, descargas atmosféricas, tormentas, tornados, masas de aire, ciclones.

Uso del suelo: Agrícola, pecuario, forestal, industrial, urbano, y en casos turísticos.

Vialidad de apoyo: Autopistas, carreteras pavimentadas, terracería, brechas.

Tipo de asentamientos humanos y su probable expansión: Ciudades, poblados, rancherías, caserío aislado y asentamientos irregulares.

Tipo de vegetación: Árida, cultivos, huertos, pastizales, palmares, bosque, selva, manglar.
Factibilidad y facilidad para adquirir el permiso de paso

Protección ambiental: Apegándose a leyes y normativas ambientales, protección del ambiente.

Preceptos recomendables

Para construir una línea de transmisión lo más económicamente posible, que opere de una manera confiable y con el mínimo impacto ambiental, en el estudio, en la evaluación y en la selección de la ruta, deberán considerarse los preceptos siguientes:

- La mejor longitud posible, basándose en el principio geométrico que la distancia más cercana entre dos puntos es la línea recta.

- El menor número de puntos de inflexión.
- El menor número de cruzamientos con líneas de transmisión, vías de ferrocarril, carreteras y ríos.
- Facilidad de construcción.
- Cercanía a carreteras ya caminos de terracería, para facilidad de construcción, revisión y mantenimiento, evitando con esto la creación de nuevos accesos que pudieran afectar la estabilidad de los ecosistemas.
- Evitar bosques, huertas, sembradíos de alto valor y preferentemente no cruzar zonas selváticas y agrícolas.
- Evitar lagunas, esteros, pantanos, ríos, zonas inundables y playas.
- Alejarse de la contaminación marina e industrial, así como de territorios erosionados o agresivos.
- Evitar pasar cerca de zonas turísticas, en funciones o evidentemente potenciales, así como por zonas arqueológicas o de valor histórico y áreas naturales protegidas.
- Pasar lo más razonablemente alejado de núcleos de población.
- Cumplir con todas las leyes, reglamentos y recomendaciones del Ministerio del Ambiente.

Actividades de campo

- Actualización en campo del plano de trabajo, registrando en él todas las nueve obras de infraestructura y asentamientos humanos e industriales, asimismo, las instalaciones eléctricas más importantes, realizando un levantamiento de todas las subestaciones eléctricas de la zona.
- Reconocimiento terrestre en forma detallada de todas las opciones de ruta consideradas y de las que surjan como factibles durante esta fase del estudio.
- Reconocimiento aéreo de las opciones de ruta ya afinadas después del recorrido terrestre, principalmente cuando por las características físicas del terreno no es posible el acceso terrestre.
- Recopilación de opiniones y sugerencias relativas a las opciones de ruta de las diversas áreas de operación y construcción.

2.7. Etapa de construcción de una Línea de Transmisión

A continuación se detallan las actividades principales que se desarrollarán en el proceso de construcción de una línea de transmisión a 230 kV, comenzando con la fase de revisión y replanteo del diseño y replanteo, hasta terminar con la puesta en operación de la L/T. Además se incluye todas las actividades relacionadas con la construcción de obra civil y el montaje electromecánico de las estructuras y conductores.

- **Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad de ejecución del diseño**

La finalidad de esta actividad es verificar, revisar y actualizar los criterios utilizados en el diseño de la obra en aspectos tales como la facilidad de accesos, el minimizar afecciones a terceros y al medio ambiente, revisar las distancias de seguridad, la cercanía a carreteras y vías de acceso, etc. Como parte adicional, se verifica que los sitios en donde se deben ubicar las estructuras, no tengan problemas por fallas geológicas.

En esta etapa, se determina que el diseño realizado pueda ser ejecutado cumpliendo con los aspectos técnicos, económicos y ambientales. En caso de determinar la presencia de inconvenientes, se realizarán las variantes que sean necesarias.

Comprende la revisión de la viabilidad de ejecución del diseño en sitio, el replanteo del diseño y el estacado de los sitios definitivos de ubicación de cada estructura. No se requiere maquinaria especial para su ejecución.

- **Replanteo del proyecto y ubicación de puntos de estructuras**

Esta actividad será realizada por un topógrafo, después que el diseño haya sido revisado en forma detallada; consiste en la ubicación definitiva y el estacado correcto de los puntos donde se ubicarán las estructuras y cimentaciones.

Para realizar esta actividad no es necesario maquinaria especial para ejecutarla, solamente un vehículo para transportar al personal y un equipo de topografía.

- **Imposición de desbroce y servidumbre**

La franja de servidumbre se realiza con la finalidad de garantizar las distancias de seguridad hacia los conductores, logrando así protección de la línea y de los seres vivos próximos, limitando las construcciones, tipo de sembríos y el uso del suelo. La franja de servidumbre para una L/T 230 kV será de 30 metros para la línea de transmisión, tomando como centro al eje de la línea, es decir que será de 15 metros a cada lado del eje.

Para evitar fallas en las líneas y posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de la L/T, se establecerá una zona de corte de árboles en ambos lados de la línea, el ancho será mayor o igual a 30 metros, esto garantizará que los conductores en su posición de máxima desviación bajo la acción del viento no produzcan los inconvenientes antes indicados.

De igual manera, se deberán cortar todos aquellos árboles que constituyan un peligro inminente para la conservación de las L/T, entendiéndose como tales los que, por inclinación, caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores.

En los lugares en los que existan frutales, para el desbroce se utilizarán métodos que minimicen los daños, permitiéndose la siembra de especies cuya altura en edad adulta garantice poder mantener una distancia horizontal aceptable de la línea.

Para cultivos que no sobrepasen los 3 metros de altura, no hay restricciones para realizar la siembra en la faja de servidumbre.

Por razones de seguridad, se considera que las construcciones no deben quedar dentro de los límites de la faja de servidumbre.

La imposición de la servidumbre se realizará siguiendo los procedimientos reglamentarios y en base a las disposiciones legales constantes en la Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación. Los daños causados por el paso de la línea, serán reconocidos al propietario de predio, señalando que no se pagará por el valor del terreno ya que seguirá perteneciendo al propietario.

- **Apertura de caminos de acceso**

Para la construcción de la línea será necesario abrir caminos de acceso para llegar a los sitios de implantación de las estructuras, esta actividad implica movimientos de tierras, desbroce de vegetación y árboles.

La apertura de los caminos de acceso se realizará de forma que se procure causar el menor daño a los propietarios de los predios, tratando de alterar lo menor posible al medio ambiente y evitando al máximo desestabilizar los taludes.

- **Estudio de mecánica de suelos**

Se preparará el sitio para las estructuras, previo estudio de mecánica de suelos. En dicho estudio se considera determinados factores como el tipo y resistencia del suelo, peso volumétrico del material de relleno disponible en la zona, la posibilidad de asentamiento, entre otros. Se tienen identificados los sitios donde se ubicará cada estructura, con una estaca geo – referenciada.

- **Excavaciones**

Se procederá a excavar el suelo natural hasta la cota requerida y dimensiones mínimas establecidas en el diseño de la línea y el estudio de la mecánica de suelos.

En los sitios que sean necesarios se excavará el terreno natural para la conformación de terrazas con el objeto de nivelar el suelo y mejorar la estabilidad de taludes para la implantación de la estructura.

Toda excavación con una profundidad mayor a tres (3) metros debe ser entibada, al igual que aquellas excavaciones de menor profundidad, que corren el riesgo de derrumbarse. Cuando sea necesaria toda la excavación debe protegerse por cercas o taparse con cubiertas fuertes removibles según sea el caso.

Previo a la excavación se realizará un levantamiento topográfico del área que se plantea excavar, con el fin de determinar el volumen de excavación. La restitución de la vegetación será indispensable en los taludes de corte.

- **Desagüe en excavaciones**

En terrenos inclinados se realizarán los trabajos necesarios para extraer el agua sin causar erosión.

- **Pilotaje y fundaciones**

Las fundaciones de las estructuras consistirán de cimentaciones de hormigón armado con pilotes de acero hincados y fundidos in situ, en los cuales se construirán los cabezales que incluye vigas de amarre y columnas de hormigón armado, dentro de los cuales irán embebidos los anclajes de la estructura.

El equipo a utilizarse para el hincado y fabricación en sitio de los pilotes, consistirá de un tractor clava tubos (*sideboom*), soldadura, cortadora, amoladora, etc.

- **Construcción de obras de arte**

Con el objeto de precautelar la estabilidad de los sitios de implantación de las torres, en caso de ser necesario se construirán obras de protección y son las que a continuación se señalan:

- Muros de hormigón.
- Muros de gaviones.
- Cunetas revestidas o sin revestir.
- Pavimentos de hormigón.
- Revegetación de taludes.
- Drenes y subdrenes.

Los muros serán utilizados como obras de sostenimiento y para protección contra la erosión, las cunetas para la captación de aguas superficiales, los pavimentos para la protección de plataformas contra la erosión y la infiltración de aguas lluvias, la revegetación para la estabilización y protección contra la erosión en taludes, drenes y subdrenes para captación de aguas superficiales y subterráneas.

- **Montaje y armado de torres**

Luego de que se concluyan las fundaciones y conociendo los resultados de resistencia a la compresión del hormigón, se procederá con el armado de las torres de conformidad a los planos y diagramas de montaje proporcionados por el fabricante.

El montaje se iniciará con las faenas de ordenamiento y clasificación de piezas y tortillería en la bodega del constructor, las cuales se enviarán clasificadas al sitio de la obra, en donde se procederá al armado de las mismas sin ajustar completamente los pernos. Para la erección se utilizará equipo menor compuesto de winches, 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.

Luego de montada la torre, se procederá a verificar la verticalidad y giro de las crucetas y en caso de que se determine que estas medidas están excedidas de las tolerancias especificadas por el fabricante de la torre, se procederá a efectuar las correcciones necesarias. Si las medidas son satisfactorias, se procederá al ajuste definitivo de los pernos al torque que corresponda a cada diámetro de perno.

- **Ensamblaje de aisladores y accesorios**

Consiste en la colocación de las cadenas de aisladores y los elementos de sujeción a la estructura, de conformidad a los planos de diseño de la línea.

Durante la instalación, a más de verificarse permanentemente el estado de los materiales, en especial de los aisladores, se cuidará que los pasadores y chavetas del ensamblaje queden ubicados de modo que puedan ser retirados o desarmados desde la estructura con herramientas corrientes para líneas energizadas.

- **Tendido y regulado de conductores e hilo de guarda**

El tendido de conductores se realizará mediante precauciones especiales que garanticen que estos no se doblen, se desgasten o sufran daños por cualquier tipo de rozamiento. Por ningún motivo deberá deslizarse el conductor sobre las piezas de las estructuras o sobre herrajes de sujeción, por lo que se utilizarán poleas que se encuentren en buen estado.

Los cables se manipularán sobre los carretes y cuando se comiencen a desenrollar, penetrarán en las poleas de tendido sin arrastrar en ningún caso sobre el suelo ni obstáculos. Las poleas de tendido deben girar sobre cojinetes de bolas o rodillos y tener una banda de aluminio, caucho o material sintético que evite el desgaste de los cables. No se permitirá que los cables cuelguen de las poleas de tendido por más de 18 horas antes de ser tensados hasta la flecha correspondiente. Los diámetros mínimos de las poleas de tendido no serán inferiores a 20 veces el diámetro del conductor.

Cuando se detecten defectos o daños en los conductores o hilo de guarda, estos serán reparados usando los siguientes procedimientos: remplazo del conductor o cable de guarda por nuevos, instalación de empalmes de compresión, instalación de mangas de reparación o reparación por pulido manual.

El conductor y el cable de guarda serán regulados de acuerdo con las tablas de tensiones y flecha entregadas por el diseñador. La tensión de regulado será medida con un dinamómetro a fin de evitar sobretensado y será realizada solo bajo la supervisión del fiscalizador y solo cuando las condiciones de viento sean tales que permitan obtener un resultado satisfactorio.

Luego de que se haya concluido con el tensado, se procederá al engrampado de los conductores e hilo de guarda, verificando que ninguna cadena de aisladores de suspensión quede desviada más de 10 centímetros de la vertical.

Finalmente, se procederá con la ubicación de amortiguadores de vibración, pesas y balizas de acuerdo con el diseño de la línea, con lo cual se concluirá la construcción de la obra.

- **Inspecciones**

Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción y antes de la recepción provisional y definitiva de la obra, siendo las siguientes actividades las que merecen especial atención durante las inspecciones:

Inspección en la zona de servidumbre

- Desbroce.
- Retiro de materiales.
- Caminos de acceso.

Revisión de las estructuras y fundaciones

- Del relleno compactado.
- De la condición general de la estructura.
- De las obras de arte.
- De los taludes cercanos a la torre.
- Verificaciones: que los pernos estén correctamente apretados, que los herrajes usados sean los correctos, el tipo y condición de los ensamblajes, de la instalación y señalización de las estructuras.

Revisión de los conductores e hilos de guardia

- De las uniones.
- De las derivaciones de los conductores.
- De las instalación de balizas, amortiguadores y pesas.
- Verificaciones: de las distancias entre conductores y a tierra (vertical y horizontal), de la distancia vertical entre cruces.
- **Ejecución de pruebas y energización**

Antes de la recepción provisional de la obra se efectuarán las siguientes pruebas:

- **De puesta a tierra:** Se medirá la resistencia de las conexiones a tierra en todas las estructuras.
- **De asilamiento y continuidad:** Se probará el aislamiento entre fases y entre fase y tierra, la continuidad entre conductores de la misma fase y cables de guardia.
- **De energización de la línea:** Esta prueba será la final y se realizará a voltaje inducido y a voltaje nominal.

2.8. Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón

2.8.1. Información general

El P.H. Toachi – Pilatón se desarrolla en los límites de las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi, aprovechará las aguas de los ríos Pilatón y Toachi, que se encuentran en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, aportantes a la cuenca del Pacífico.

El proyecto comprende dos aprovechamientos en cascada: Pilatón – Sarapullo con la central de generación Sarapullo 49 MW y Toachi – Alluriquín con la central de generación Alluriquín 204 MW; además se aprovechará el caudal ecológico vertido por la presa Toachi instalando una mini central de 1,4 MW, lo que da un total de 254,4 MW de potencia instalada que aportará al Sistema Nacional Interconectado 1100 GWh de energía media anual.

Tabla 2.6.
Información P.H. Toachi – Pilatón

Potencia Instalada	• 254,4 MW
Número de Unidades	• Central Sarapullo 49 MW 3 Unidades Francis 16,3 MW c/u
	• Central Alluriquín 204 MW 3 Unidades Francis 68 MW c/u
	• Mini central a pie de presa 1,4 MW 1 unidad de 1,4 MW
Energía Media Anual	• 1 100 GWh/año
Tipo de Centrales	• Subterráneas
Supervisión	• CELEC EP – HIDROTOAPI
Contratistas	• Obra civil CHINA INTERNATIONAL WATER & ELECTRIC CORP – CWE
	• Equipamiento hidro y electromecánico SOCIEDAD ANONIMA ABIERTA INTER RAO UES
Fiscalización	• CONSULTOR PILATON TOACHI – CPT

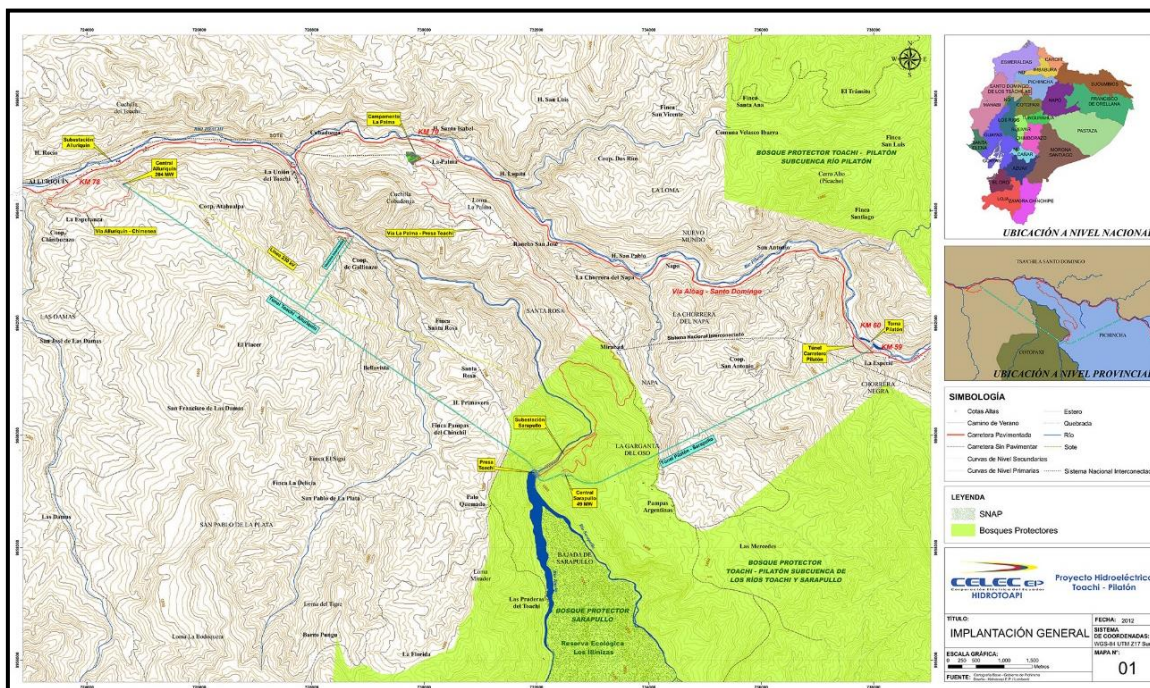
Fuente: <https://www.celec.gob.ec/hidrotoapi/index.php/toachi-pilatón/información-general>

2.8.2. Ubicación del P.H. Toachi – Pilatón

El P.H. Toachi – Pilatón se encuentran ubicado al sur – oeste de Quito, al pie del eje vial Quito – Guayaquil, en una área que se extiende desde el Km 59 hasta el Km 76 de la vía Alóag – Santo Domingo, sitios de emplazamiento de la captación del río Pilatón y de la S/E Alluriquín respectivamente. Las obras del Proyecto se desarrollan en la convergencia de las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi, en las parroquias Manuel Cornejo Astorga, Alluriquín y Palo Quemado de los cantones Mejía, Santo Domingo y Sigchos respectivamente. Las poblaciones: La Esperie, Mirabad, Pampas Argentinas, Palo Quemado, Praderas del Toachi, Alluriquín y Unión del Toachi se encuentran en la zona de desarrollo del proyecto.

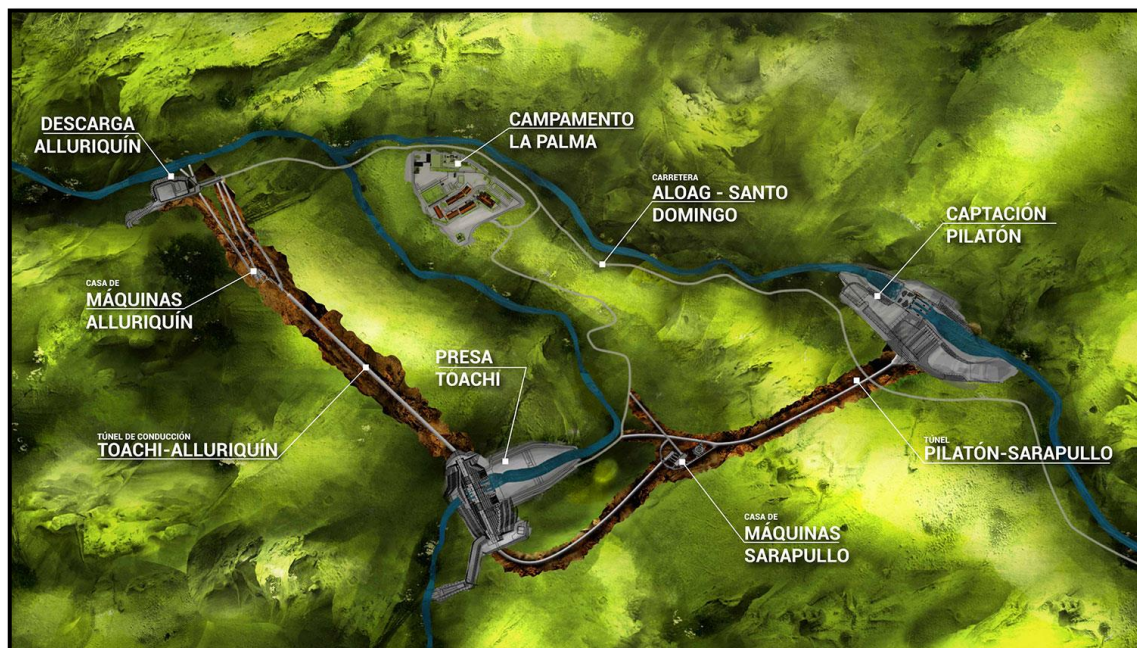
La captación Pilatón y la presa Toachi están localizadas en las coordenadas N 9°961,630; E 737.980 y N 9°959,340; E 731,980, respectivamente, del sistema UTM WGS 84.

Figura 2.38.
Implantación general P.H. Toachi – Pilatón



Fuente: <https://www.celec.gov.ec/hidrotoapi/images/implantacion-g.jpg>

Figura 2.39.
Esquema general del P.H. Toachi – Pilatón



Fuente: <https://www.celec.gob.ec/hidrotoapi/images/esquema-g.jpg>

2.8.3. Características técnicas del P.H. Toachi – Pilatón

Casa de Máquinas Alluriquín

Estructura de hormigón con varios niveles construida dentro de una excavación subterránea a unos 350 metros de la margen izquierda del río Toachi a unos 4 km aguas debajo de la confluencia del río Pilatón. Sus principales características son:

- Excavación de 66,4 m de largo x 26,3 m de ancho x 45,08 m de alto.
- Turbinas tipo Francis con una potencia nominal de 68 MW y una velocidad de rotación de 300 rpm, un caudal de diseño de $33,33 \text{ m}^3/\text{s}$ cada una. El eje de las turbinas está en la cota 732 msnm y la contra carga está dada por la cota 736 msnm que corresponde a la restitución de las aguas al río.
- Generadores con una capacidad 80 MVA cada una, un factor de potencia 0,85, un voltaje de generación 13,8 kV a una frecuencia de 60 Hz.
- Tres (3) transformadores de 85 MVA.
- Tres (3) válvulas de guardia tipo mariposa de 2,4 m de diámetro.

- Puente grúa con una capacidad de 250 t/20 t, y una luz de 16 m.

Casa de Máquinas Sarapullo

Estructura de hormigón con varios niveles construida dentro de una excavación subterránea con las siguientes dimensiones y equipos principales:

- Excavación de 49,9 m de largo x 14,8 m de ancho x 31,12 m de alto. 3 turbinas tipo Francis con una potencia nominal de 16,3 MW y un caudal de diseño de 13,33 m³/s cada una. Una velocidad de rotación de 450 rpm. El eje de las turbinas está en la cota 952,8 msnm y la contra carga máxima está dada por la cota 970 msnm del embalse del río Toachi.
- Generadores con una capacidad 19 MVA cada una, un factor de potencia 0,85, un voltaje de generación 13,8 kV a una frecuencia de 60 Hz.
- Válvulas de guardia tipo mariposa de 1,55 m de diámetro.
- Puente grúa con una capacidad de 70 t/10 t, y una luz de 14 m.

Presa Toachi

Pantalla de hormigón a gravedad de 60 m de altura, asentada sobre el lecho del río Toachi a la cota 914 msnm en el eje; tiene una longitud de 157 m y anchos de 12 m y 22 m en su corona a la cota 973 msnm. Sus paramentos aguas arriba y aguas abajo son inclinados con pendientes V: H = 1: 0,3 y 1: 0,7 respectivamente.

Constituida por 9 bloques atravesados por una galería de 3.5 m de ancho x 5,6 m de alto que interconecta el túnel de descarga Sarapullo con el túnel de presión Toachi – Alluriquín. Produce un embalse de una capacidad de 8'500.000 m³ para un volumen de regulación diaria de 2'000.000 de m³ con niveles máximo y mínimo de operación de 970 y 965 msnm respectivamente. El aporte anual de sedimentos al embalse se estima en 0,86 millones de m³.

Mini central Toachi

Ubicada en el bloque 5 de la Presa Toachi, además de contener el vertedero, aloja a la casa de máquinas de la mini central de 1,4 MW ubicada al pie de la presa, alimentada con el caudal ecológico del río Toachi de 4,14 m³/s, con una turbina tipo Francis de eje vertical, aprovechando la altura bruta de 41 m que provee el embalse.

Subestación Alluriquín

Esta subestación será del tipo “Gas Insulated Switchgear” GIS de 230 kV en configuración de doble barra principal y apta para operación a la intemperie (IP 64) y estará compuesta por los siguientes equipos principales:

- Un (1) conjunto de barras para formar un esquema de doble barra principal.
- Tres (3) bahías con interruptor y sus respectivos seccionadores, para la conexión de las unidades de generación de la central Alluriquín, a través de los transformadores elevadores, mediante cables aislados de 230 kV.
- Cinco (5) bahías con interruptor y sus respectivos seccionadores, para la conexión de las líneas de transmisión a 230 kV; (Una línea proveniente de la “Subestación Sarapullo”; dos líneas provenientes de la Subestación “Santa Rosa” y dos líneas provenientes de la Subestación “Santo Domingo”).
- Una (1) bahía con interruptor y sus respectivos seccionadores, para la transferencia de barras.
- Treinta y cuatro (34) transformadores de corriente (TC), 4 por bahía para las L/T 230 kV, Santo Domingo uno y dos, Santa Rosa uno y dos, Sarapullo – Alluriquín, total 20 TC’s; 4 por bahía para las unidades de generación 1, 2, 3 de la C.H. Alluriquín, total 12 TC’s; 2 para la transferencia de barras, total 2 TC’s.
- Tres (3) transformadores de potencial (TP), 1 para las unidades de generación 1, 2, 3 de la C.H. Alluriquín, total 3 TP’s.
- Quince (15) pararrayos convencionales instalados a la intemperie en las llegadas de las líneas aéreas.

- Quince (15) transiciones tipo SF6/aire en las llegadas de las líneas aéreas.
- Nueve (9) transiciones tipo SF6/terminales de cable aislado de alta tensión de 230 kV, para la llegada de los cables aislados provenientes de las unidades de la casa de máquinas Alluriquín.
- Un sistema de servicios auxiliares de corriente alterna a 220–127 V c.a.
- Un sistema de servicios auxiliares de corriente continua a 125 V c.a.
- Un sistema de servicios auxiliares de corriente continua a 48 V c.a.
- Un sistema de supervisión, protección, control y medida; el cual, será controlado desde la Sala de Control de la Subestación.
- Un patio para los equipos de 230 kV, el área para el patio será entregado por el cliente CELEC.
- Una casa de control en mampostería que alojará: Los equipos de protección, control y medida y servicios auxiliares.

La subestación GIS 230 kV “Alluriquín” es el punto de conexión del P.H. Toachi – Pilatón con el Sistema Nacional Interconectado SNI del Ecuador.

Subestación Sarapullo

Esta subestación es del tipo convencional y está compuesta por los siguientes equipos principales:

- Una (1) bahía de 230 kV tipo exterior.
- Un (1) transformador trifásico de 60 MVA, 13,8/230 kV de conexión Delta – Estrella.
- Una (1) subestación tipo interior de 13.8 kV, con cinco circuitos, a los que llega la generación de la CH Sarapullo, la Mini Central Hidráulica Toachi, el transformador de potencia de 60 MVA y la alimentación de servicios auxiliares de la subestación la presa Toachi y Captación Pilatón.
- Un (1) sistema de auxiliares de corriente alterna y uno de continua.

- Un (1) sistema de supervisión, protección, control y medida; el cual será controlado desde la sala de control en la casa de máquinas de la C.H. Sarapullo.
- Un (1) patio para los equipos de 230 kV y el transformador de potencia.
- Una (1) caseta de control en mampostería que alojara: Los equipos de protección control y medida, Los servicios auxiliares, Las celdas de media tensión.

La función principal de esta instalación es evacuar la generación de la C.H. Sarapullo y la Mini Central Hidráulica Toachi, hacia la S/E Alluriquín de 230 kV.

2.8.4. Beneficios del P.H. Toachi – Pilatón

- Aportar al SNI con 1100 GWh por año, que equivale a cubrir 4 veces la demanda total de energía de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, lo que representa un 6% del consumo anual a nivel nacional.
- Generar energía barata y amigable con el ambiente, reduciendo las importaciones anuales de diésel y la correspondiente reducción del valor reconocido por subsidio a los combustibles.
- Por su ubicación en la vertiente del Pacífico, contribuirá al abastecimiento del país especialmente en períodos de estiaje de la vertiente Amazónica, que es en donde se encuentran actualmente los grandes proyectos hidroeléctricos en operación, lo que lo ha convertido en un proyecto estratégico para el país.
- Contribuir al desarrollo socio – económico de la zona de influencia del proyecto por la generación de empleo para mano de obra calificada y no calificada.
- Reducir la emisión de CO₂ al ambiente en aproximadamente 560 mil toneladas anuales.

2.8.5. Características climáticas del P.H. Toachi Pilatón

Tabla 2.7.
Características climáticas del PHTP

Características	Valor
Altitud máxima (m)	1105 m
Temperatura mínima (°C)	15°C
Temperatura máxima (°C)	26,5°C
Temperatura media (°C)	19°C
Nivel de humedad (%)	>82%
Humedad relativa media (%)	90%
Precipitación media en las cuencas (mm)	2000 mm
Nivel cerámico	40 días/año
Requisito antisísmico	0,4 g
Presión máxima viento	700 N/m ²
Nivel de irradiación solar	3500–4500 Wh/m ² /día

Fuente: CELEC – EP Hidrotoapi

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.Diseño o tipo de investigación

Para realizar el presente tema de investigación, se tomará en consideración los siguientes tipos de investigación que ayuden para la recolección información para el desarrollo de la investigación:

3.1.1. Investigación exploratoria

La investigación exploratoria se utilizará para tener un primer acercamiento al ingresar y conocer la zona donde se construirá la L/T, partiendo desde la S/E Sarapullo y terminando el recorrido en la S/E Alluriquín.

La revisión e inspección en sitio servirá para conocer la existencia y estado de las vías y caminos de acceso la que conduzcan hacia los sitios de implantación de las estructuras.

El replanteo topográfico servirá conocer los sitios donde se implantarán las estructuras que conforman la L/T.

Mediante la exploración se podrá identificar y determinar los riesgos a los que este expuesto el personal de topografía.

3.1.2. Investigación descriptiva

Describir los riesgos existentes en la etapa de construcción la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín que podrían afectar al personal que realice esta actividad, el replanteo topográfico servirá para obtener información acerca de las dificultades que se presenten

para acceder hacia los sitios de implantación de las estructuras y también para conocer si existen o no vías o caminos de acceso que sirvan para recorrer la ruta por donde se construirá la L/T.

3.1.3. Investigación explicativa

Al conocer los lugares por donde se construirá la L/T, se explicará el motivo por el cual se determinaron los riesgos, debido diferentes factores como la topografía del terreno, estado y existencia de caminos de acceso (dificultades y peligros existentes para llegar a los sitios de implantación de las estructuras).

3.2.Métodos de investigación

3.2.1. Método inductivo

Mediante este método se determinará si el tema de investigación servirá para prevenir que los riesgos ya determinados lleguen a materializarse y de esta manera afecten al personal que labore en la etapa de construcción de la L/T

El uso de EPP servirá para que en caso de ocurrir un riesgo la persona afectada no sufra mayores daños. Señalizar las zonas de trabajos evitara que personas y animales que se encuentren en los alrededores de las zonas de influencia puedan sufrir algún accidente.

3.2.2. Método deductivo

Se utilizará este método para determinar después de realizar el “Análisis de riesgos”, cuál o cuáles de los riesgos hay que tomarlos en consideración y poner mayor atención para evitar que lleguen a materializarse durante la etapa de construcción de la L/T.

3.2.3. Método comparativo

El método contribuirá a comparar cada uno de los riesgos determinados en la etapa de construcción; para saber cuál de estas amenazas al llegar a materializarse causaría más daños y afectaciones al personal.

3.3. Técnicas de investigación

Se utilizarán para la recolección de información acerca del tema de investigación y para la obtención de resultados, tenemos las siguientes:

3.3.1. Revisión bibliográfica

Esta técnica de investigación servirá para recolectar la información necesaria para el desarrollo del tema de investigación, se revisará documentos referentes a la construcción de líneas de transmisión, estudios de impacto ambiental, análisis de riesgos; y libros para adquirir información acerca de sistemas eléctricos de potencia, líneas de transmisión, riesgos, y demás conceptos que se vean involucrados en la investigación.

También se ha utilizado el internet como herramienta de investigación para adquirir información necesaria que aporte a desarrollar esta investigación.

3.3.2. Investigación de campo

Al conocer los lugares donde se ubicarán las estructuras, esta técnica de investigación servirá para recolectar información necesaria y que resulte beneficiosa para identificar riesgos, amenazas que se presentarían en la construcción del proyecto.

Para la recolección y procesamiento de la información se usarán los siguientes materiales y equipos:

- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de apuntes.
- Bolígrafo.
- Computador.

3.4.Población y muestra

La investigación tomará en cuenta a todas las estructuras que conforman la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín, por tal motivo no habrá la necesidad de realizar ningún muestreo.

3.5.Fuentes de datos

3.5.1. Fuentes primarias

Los datos primarios a obtener para esta investigación serán resultado de haber participado en el replanteo topográfico de la L/T y haber realizado visitas de campo para conocer los caminos de acceso y lugares de implantación de las estructuras donde se determinarán los riesgos que estarían presentes y los que se podrían presentar.

3.5.2. Fuentes secundarias

Para esta investigación las fuentes de información secundarias que se utilizarán son las siguientes:

- Libros.
- Estudios de impacto ambiental en la construcción de líneas de transmisión.
- Memorias técnicas de construcción de líneas de transmisión.
- Internet.
- Consultas a profesionales que tienen conocimiento acerca de la construcción de L/T.

3.6. Análisis e interpretación de datos

La información que brinde el presente tema de investigación será presentada en fotografías, tablas y en la matriz utilizada para el análisis de riesgos.

Los resultados obtenidos después de realizar el tema de investigación servirán para brindar conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO IV

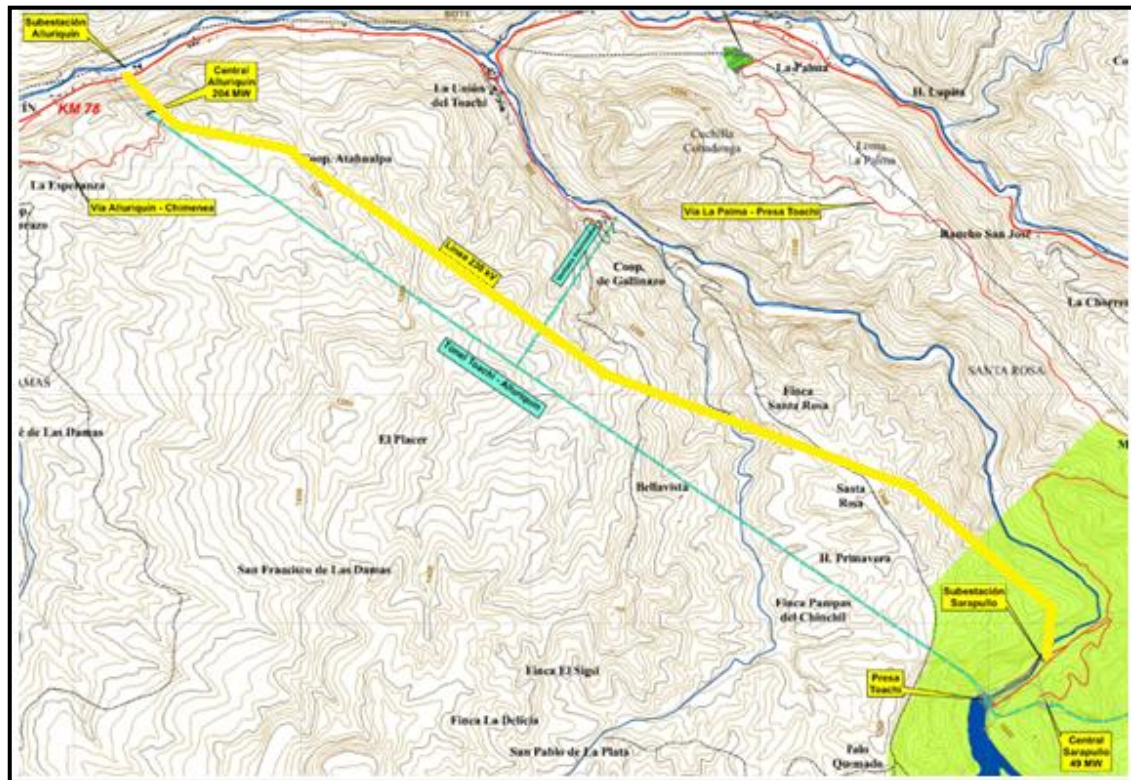
ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA L/T 230 KV SARAPULLO – ALLURIQUÍN

4.1.Línea de Transmisión 230 kV Sarapullo – Alluriquín

4.1.1. Características de la L/T

La L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín a implementarse, pertenece al P.H. Toachi – Pilatón, estará localizada en las siguientes provincias Cotopaxi, Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas, en los cantones Sigchos, Mejía, Santo Domingo; cerca de las parroquias Santa Rosa, Palo Quemado, Alluriquín y de los poblados Bellavista, Chimborazo, tendrá una longitud aproximada de 9,9 km, constará de 28 estructuras e iniciará el recorrido desde la S/E Sarapullo y finalizará en la S/E Alluriquín.

Figura 4.1.
Ubicación de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín



Fuente: <https://www.celec.gob.ec/hidrotoapi/images/implantacion-g.jpg>

4.1.2. Descripción de la L/T

- Longitud de la L/T: **9,9 Km.**
- Inicio de la L/T: **S/E Sarapullo.**
- Fin de la L/T: **S/E Alluriquín.**
- Voltaje: **230 kV.**
- Número de circuitos: **Un circuito.**
- Número de cables de guardia: **Un cable.**
- Tipo de conductor: **ACAR 750 kcmil 18/19.**
- Tipo de cable de guarda: **OPGW, 48 fibras ópticas.**
- Aislamiento: **Aisladores tipo fog (vidrio o porcelana).**
 - 14 para estructuras de suspensión.**
 - 15 para estructuras de retención.**
- Material de las estructuras: **Acero galvanizado en celosía, auto – soportante.**
- Número de estructuras: **28.**

4.1.3. Ubicación de la L/T

La siguiente tabla contiene las coordenadas donde se van a ubicar las estructuras que conforman la L/T, esta información servirá para realizar el replanteo topográfico.

Tabla 4.1.
Tabla de ubicación de las estructuras L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín

L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín (WGS84)					
N° de Est.	Abscisa (m)	Tipo de Est.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	AR1	732114,411	9959303,118	957,138
2	408,733	AR1	731747,998	9959121,999	1006,804
3	827,238	SA1	731419,069	9959380,75	1237,384
4	1013,02	SA1	731273,051	9959495,614	1313,037
5	1156,773	SA1	731160,067	9959584,493	1316,018
6	1365,114	SA1	730996,319	9959713,305	1284,914
7	1851,834	SA1	730613,775	9960014,232	1256,914
8	2087,123	SA1	730428,847	9960159,705	1256,995
9	2431,516	SA1	730158,167	9960372,635	1195,201
10	3103,914	SA1	729629,688	9960788,361	1178,969
11	3581,689	AR1	729254,175	9961083,757	1299,259
12	4001,65	SA1	728924,101	9961343,409	1308,039
13	4686,588	SA1	728385,766	9961766,889	1198,952
14	5205,86	SA1	727977,638	9962087,941	1249,37
15	5424,941	SA1	727805,449	9962223,394	1279,588
16	5998,739	SA1	727354,465	9962578,158	1354,502
17	6383,393	SA1	727052,142	9962815,98	1353,893
18	6657,888	SA1	726836,399	9962985,693	1277,531
19	7074,019	SA1	726509,336	9963242,977	1217,608
20	7466,506	SA1	726200,856	9963485,642	1159,71
21	7792,696	SA1	725944,483	9963687,317	1142,825
22	8111,099	SA1	725694,23	9963884,177	1080,092
23	8392,935	SA1	725472,718	9964058,429	1043,783
24	8690,229	SA1	725239,056	9964242,238	1040,542
25	9076,871	SA1	724935,17	9964481,289	1002,733
26	9417,756	SA1	724667,247	9964692,05	870,534
27	9496,93	AR1	724605,02	9964741,001	819,836
28	9902,047	AR1	724203	9964791	750,985

Fuente: CELEC EP – Transelectric

4.1.3.1. Características de las estructuras

A continuación se indican las características de los tipos de estructuras a utilizarse en la construcción de la L/T:

- **Torre anclaje y remate “AR1 – 1C”**

Angulo de línea 0° a 66°, remate 15°

Máxima tensión de trabajo: 2551 kg

Tensión de cada día: 1903 kg

Vano de diseño: 400 m

Vano peso: 1000 m

Vano viento: 300 m a 66°

Vano máximo: 1000 m

- **Torre tangente y ángulo “SA1 – 1C”**

Angulo de línea 0° a 5°

Máxima tensión de trabajo: 2551 kg

Tensión de cada día: 1903 kg

Vano de diseño: 400 m

Vano peso: 800 m

Vano viento: 500 m a 5°

Vano máximo: 800 m

En el **Anexo 4** se muestran los planos de las estructuras a utilizar en la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín.

4.1.4. Componentes de la L/T

- **Conductor**

El conductor a utilizar es el ACAR 750 kcmil 18/19, de 18 hilos de aluminio y 19 de aleación de aluminio, cableado concéntricamente.

- **Cable de guarda**

Cable OPGW, con 48 fibras ópticas.

- **Aislamiento**

En la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín se utilizarán aisladores tipo fog (porcelana o vidrio), para las estructuras de suspensión (52–3) serán 14 aisladores que conformarán la cadena de aisladores y para las estructuras de retención (52–5) serán 15 aisladores que conformarán la cadena de aisladores.

- **Herrajería**

La herrajería a utilizar deberá ser resistente a la corrosión, se utilizará material de hierro galvanizado por inmersión en caliente para todos los elementos necesarios para fijar los aisladores a la estructura y al conductor. Elementos como pernos, crucetas, extensiones, pie de amigo, etc.

- **Puesta a Tierra**

Los cables para puesta a tierra serán de cobre desnudo, calibre No. 2/0 AWG, las varillas para puesta a tierra serán Copperweld de acero de alta resistencia, cubiertas de cobre, de sección circular, terminada en una punta cónica maquinada en uno de sus extremos y con un chaflán en el otro que permita una unión segura entre la varilla y el cable mediante el conector respectivo.

- **Avisos de peligro**

Se utilizará señales de advertencia de riesgo de electrocución y rótulos que indiquen la numeración por cada estructura de la L/T. El aviso deberá llevar una instrucción que diga “PELIGRO DE MUERTE – ALTA TENSIÓN”.

4.1. Análisis de riesgos en la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín del Proyecto Hidroeléctrico Toachi – Pilatón

El análisis de riesgos servirá para identificar y determinar los riesgos a los que estaría expuesto el personal CELEC EP Hidrotoapi, que se encargará de ejecutar las siguientes actividades:

- Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño.
- Replanteo topográfico del proyecto y ubicación de puntos de estructuras.

Actividades que son parte de la etapa de construcción de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín.

Para tener una información detallada, se participó en la revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño; y, en el replanteo topográfico de la L/T para obtener la siguiente información:

- Si existen o no, vías y caminos de acceso hacia los sitios de implantación de las estructuras.
- Los sitios donde se implantarán las estructuras.
- Los riesgos a los que estaría expuesto el personal que realice dichas actividades.

Para realizar estas actividades se utilizó la información de la Tabla de Ubicación de la Estructuras (Tabla 4.1.).

La herramienta a utilizar para el análisis de riesgos es: “Matriz de Cualificación o estimación cualitativa del riesgo – Método triple criterio – PGV”

4.1.1. Materiales y equipos

- Cuaderno y lápiz.
- Cámara fotográfica.
- Radio para comunicación.
- Calculadora.
- Estación Total Topcon.
- Prisma
- Trípode
- Flexómetro
- Paraguas.
- Señalización (cinta de peligro).
- Machete.
- Estacas.
- Clavos.

4.1.2. Equipo de protección personal

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- chaleco reflectivo.
- Botas y zapatos de seguridad.
- Poncho de agua.

4.1.3. Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad del diseño

Realizar esta actividad sirvió para conocer y verificar la facilidad de accesos, la existencia de vías y caminos de acceso que conduzcan hacia los sitios de implantación de las estructuras o sitios cercanos a los mismos.

4.1.3.1. Vías de acceso

La principal vía de acceso que se utilizará para llevar al personal, materiales y demás insumos necesarios para la construcción de la L/T será la:

- Vía Alóag – Santo Domingo.

Las siguientes vías de acceso conducen hacia puntos cercanos donde se implantarán las estructuras:

- Vía La Palma – Presa Toachi.
- Vía La Unión del Toachi – Palo Quemado.
- Vía La Unión del Toachi – Bellavista, San Pablo.
- Vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa.
- Vía Alluriquín – Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín, Chimborazo, La Esperanza.

Las zonas por donde se construirá la L/T y fueron recorridas se encuentran en la Cordillera Occidental de los Andes, pertenecientes a las parroquias, Palo Quemado, Santa Rosa, Bellavista, Caídas de Atahualpa, Alluriquín, etc.

4.1.4. Replanteo topográfico y ubicación de puntos de estructuras

Realizar esta actividad sirvió para conocer el estado y existencia de caminos de acceso que conduzcan hacia los sitios donde se implantarán las estructuras. El sitio se señalará con una baliza atada con cinta de peligro.

4.1.4.1. Accesos y ubicación de las estructuras

- **Estructura N° 01**

Para llegar a este lugar se utiliza la vía La Palma – Presa Toachi, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en el margen izquierdo de la vía, en la propiedad de CELEC EP Hidrotoapi, aguas arriba del lugar donde se construirá la S/E Sarapullo, el acceso se realiza por la vía que conduce hacia el mirador de la Presa Toachi. En las siguientes figuras se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.2.
Acceso hacia la estructura N° 01



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.3.
Ubicación de la estructura N° 01

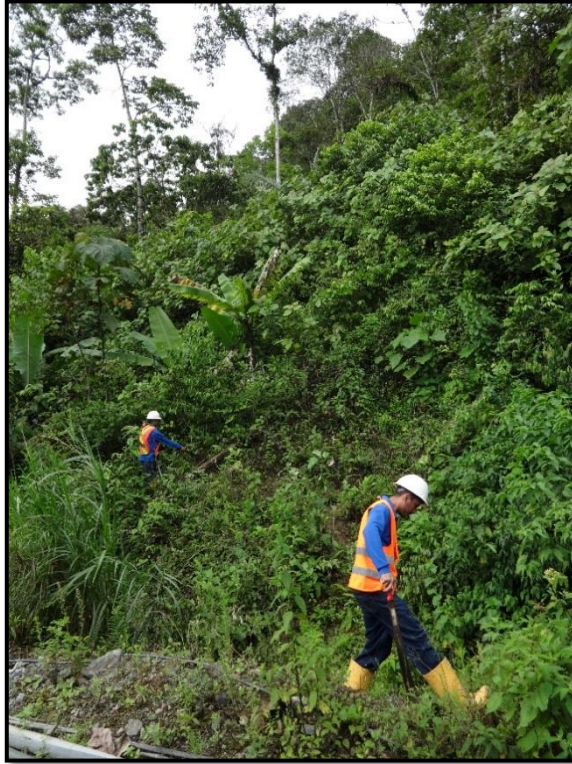


Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 02**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Palma – Presa Toachi, el acceso y el sitio de implantación de la estructura se encuentra en el margen derecho y aguas arriba de la Presa Toachi, en la propiedad de la Sra. Elvia Samaniego. En las siguientes figuras se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.4.
Acceso hacia la estructura N° 02



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.5.
Ubicación de la estructura N° 02



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

El lugar exacto de implantación de la estructura N° 02 no fue posible ubicar, porqué el punto de implantación de la estructura se encuentra en una quebrada; debido a la vegetación, árboles y la topografía irregular del terreno fue difícil acceder a este lugar, se colocó la señal en un lugar cercano.

- **Estructura N° 03**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Palo Quemado, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad de la Sra. Elvia Samaniego, el acceso se lo realiza por la misma propiedad, ubicada en el margen izquierdo de la vía. En las siguientes figuras se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.6.
Acceso hacia la estructura N° 03



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.7.
Ubicación de la estructura N° 03



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 04 y N° 05**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Palo Quemado, los sitios de implantación de las estructuras se encuentran en la propiedad de la Sra. Blanca Chiriboga, el acceso se realiza por la propiedad del Sr. José Pérez, ubicada en el margen derecho de la vía. En las siguientes figuras se muestra el acceso hacia las estructuras N° 04, N° 05 y N° 06 y los sitios donde se implantarán las estructuras.

Figura 4.8.
Acceso hacia las estructuras N° 04, N° 05 y N° 06



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.9.
Ubicación de la estructura N° 04



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.10.
Ubicación de la estructura N° 05



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 06**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Palo Quemado, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Manuel Yugcha. El acceso se realiza por la propiedad del Sr. José Pérez, ubicada en el margen derecho de la vía (figura 4.8.), en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.11.
Ubicación de la estructura N° 06



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 07, N° 08 y N° 09**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Palo Quemado, los sitios de implantación de las estructuras se encuentran en la propiedad del Sr. Alejandro Narváez. El acceso se realiza por la misma propiedad, ubicada en el margen derecho de la vía, en las siguientes figuras se muestra el acceso y los sitios donde se implantarán las estructuras.

Figura 4.12.
Acceso hacia las estructuras N° 07, N° 08 y N° 09



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.13.
Ubicación de la estructura N° 07



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.14.
Ubicación de la estructura N° 08



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.15.
Ubicación de la estructura N° 09



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 10**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Bellavista, San Pablo; el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad de la Sra. Yolanda Maldonado. El acceso se realiza por la Escuela “Francisco Tobar García” del Recinto Bellavista, ubicada en el margen izquierdo de la vía, en la siguiente figura se muestra el acceso hacia las estructuras N° 10, N° 11 y el lugar donde se implantara la estructura.

Figura 4.16.
Acceso hacia la estructura N° 10 y N° 11



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.17.
Ubicación de la estructura N° 10



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 11**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Bellavista, San Pablo; el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Manuel Oña. El acceso se realiza por la Escuela “Francisco Tobar García” del Recinto Bellavista, ubicada en el margen izquierdo de la vía (figura 4.16.), en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.18.
Ubicación de la estructura N° 11



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 12**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Bellavista, San Pablo; el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad de la Sra. Manuel Oña. La estructura está ubicada en el margen derecho de la vía, en las siguientes figuras se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

La estructura deberá ser reubicada en un sector cercano al punto de referencia actual. Porque el punto de implantación está en el margen derecho de la vía y este lugar no es el apropiado para la ubicación de la estructura.

Figura 4.19.
Acceso hacia la estructura N° 12



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.20.
Ubicación de la estructura N° 12



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 13**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, se pasa el puente sobre el río sin nombre se continua por el margen izquierdo, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. José Herrera. El acceso se realiza por la vía que conduce a la misma propiedad, en las siguientes figuras se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.21.
Acceso hacia la estructura N° 13



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.22.
Ubicación de la estructura N° 13



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 14 y N° 15**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, los sitios de implantación de las estructuras se encuentran en la propiedad del Sr. Carlos Chicaiza. El acceso se realiza por la misma propiedad, ubicada en el margen derecho de la vía, en las siguientes figuras se muestra el acceso hacia las estructuras N° 14, N° 15, N° 16, N° 17, N° 18 y N° 19 y el lugar donde se implantarán las estructuras.

Figura 4.23.
Acceso hacia las estructuras N° 14, N° 15, N° 16, N° 17, N° 18 y N° 19



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.24.
Ubicación de la estructura N° 14



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.25.
Ubicación de la estructura N° 15



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 16**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad de la Sra. Mery Vallejo. El acceso se realiza por la propiedad del Sr. Carlos Chicaiza, se ubicada en el margen derecho de la vía (figura 4.23.), se continúa por el camino que conduce hacia la casa de la Sra. Mery Vallejo, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.26.
Ubicación de la estructura N° 16



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 17**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad de la Sra. Mariana Díaz. El acceso se realiza por la propiedad del Sr. Carlos Chicaiza, ubicada en el margen derecho de la vía (figura 4.23.), se continúa por el camino que conduce hacia la casa de la Sra. Mery Vallejo, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura (referencia casa abandonada).

Figura 4.27.
Ubicación de la estructura N° 17



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 18**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Alonso Freire. El acceso se realiza por la propiedad del Sr. Carlos Chicaiza, ubicada en el margen derecho de la vía (figura 4.23.), se pasa la casa de la Sra. Mariana Díaz, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.28.
Ubicación de la estructura N° 18



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 19**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía La Unión del Toachi – Caídas de Atahualpa, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Alonso Freire. El acceso se realiza por la propiedad del Sr. Carlos Chicaiza, ubicada en el margen derecho de la vía (figura 4.23.), en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.29.
Ubicación de la estructura N° 19



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 20**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – La Esperanza, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Aníbal Muñoz. El acceso se realiza por un camino que conduce hacia dicha propiedad, ubicado en el margen izquierdo de la vía, en la siguiente figura se muestra el acceso y lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.30.
Acceso hacia las estructuras N° 20, N° 21, N° 22 y N° 23



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.31.
Ubicación de la estructura N° 20



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 21**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – La Esperanza, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Aníbal Muñoz. El acceso se realiza por un camino que conduce hacia dicha propiedad (figura N° 4.30.), ubicado en el margen izquierdo de la vía, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.32.
Ubicación de la estructura N° 21



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 22**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – La Esperanza, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Rodrigo Cerón. El acceso se realiza por un camino que conduce hacia dicha propiedad (figura N° 4.30.) ubicado en el margen izquierdo de la vía, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.33.
Ubicación de la estructura N° 22



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 23**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – La Esperanza, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Rodrigo Cerón. El acceso se realiza por un camino que conduce hacia dicha propiedad (figura N° 4.30.) ubicado en el margen izquierdo de la vía, en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.34.
Ubicación de la estructura N° 23



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

El lugar exacto de implantación de la estructura N° 23 no fue posible ubicar, porqué el punto donde debe ubicarse la estructura se encuentra en una quebrada; debido a la vegetación, árboles y la topografía irregular del terreno fue difícil acceder a este lugar, se colocó la señal en un lugar cercano.

- **Estructura N° 24**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Rodrigo Cerón. El acceso se realiza por la entrada a la Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín, en la siguiente figura se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.35.
Acceso hacia las estructuras N° 24 y N° 25



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.36.
Ubicación de la estructura N° 24



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 25**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alluriquín – Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad del Sr. Rodrigo Cerón. El acceso se realiza por la entrada a la Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín (figura N° 4.35.), en la siguiente figura se muestra el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.37.
Ubicación de la estructura N° 25



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructuras N° 26 y N° 27**

Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alóag – Santo Domingo, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en la propiedad baldía. El acceso se realiza por el margen izquierdo de la vía, frente al campamento de CWE, en la siguiente figura se muestra el acceso y el lugar donde se implantarán las estructuras.

Figura 4.38.
Acceso hacia las estructuras N° 26 y N° 27



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.39.
Ubicación de la estructura N° 26



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.40.
Ubicación de la estructura N° 27



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

- **Estructura N° 28**

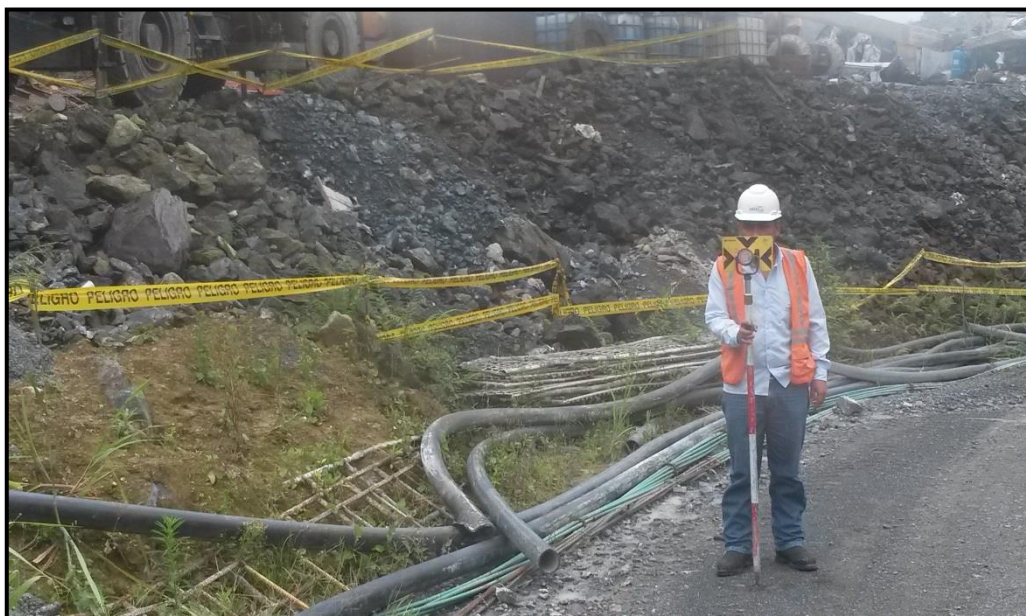
Para llegar a este lugar se utilizó la vía Alóag – Santo Domingo, el sitio de implantación de la estructura se encuentra en el Campamento de CWE. El acceso se realiza por el margen derecho de la vía por la entrada hacia la Casa de Máquinas Alluriquín, en la siguiente figura se muestra el acceso y el lugar donde se implantará la estructura.

Figura 4.41.
Acceso hacia las estructuras N° 28



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Figura 4.42.
Ubicación de la estructura N° 28



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

En el **Anexo 5** se muestran los equipos y materiales utilizados en el replanteo topográfico y en el **Anexo 6** se muestran la tabla de ubicación de las estructuras de la L/T 230 kV Sarapullo – Alluriquín, después de realizar el replanteo topográfico Sistema WGS84.

4.1.5. Identificación y determinación de riesgos

Los riesgos que se identificaron y determinaron en la revisión y verificación en el sitio; y, en el replanteo topográfico, a los que estaría expuesto el personal que realizó estas actividades, fueron los siguientes:

4.1.5.1. Factores de riesgos mecánicos

Piso irregular, resbaladizo

- La topografía irregular del terreno, la circulación de ganado bovino y la época invernal, hicieron que en gran parte los caminos para acceder hacia los sitios de implantación de las estructuras y los sitios por donde se movilizó el personal, se encontraron llenos de agua, lodo y presentaron dificultades para caminar.
- Existieron dificultades para acceder hacia los sitios de implantación de 26 estructuras.
- En los sitios de implantación de las estructuras N° 12, N° 28 no existió ninguna dificultad, la primera se ubica en el margen derecho de la vía la Unión del Toachi – San Pablo, Bellavista y la segunda se ubica en las cercanías del lugar donde se construirá la S/E Alluriquín.

Figura 4.43.
Estado de los caminos de acceso

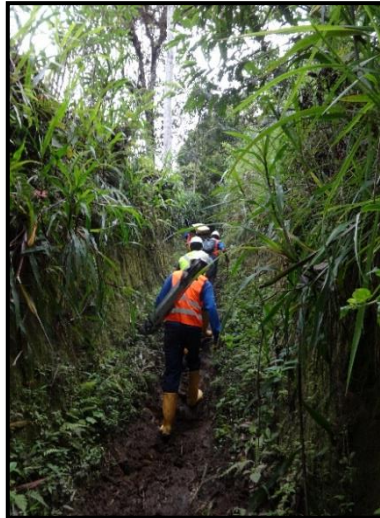


Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Manejo de herramientas cortantes y/o punzantes

- El machete (herramienta cortante) se utilizó para ejecutar las siguientes actividades: desbroce, apertura de caminos, para hacer las estacas y las balizas.
- El trípode (herramienta punzante) se utilizó como base para nivelar y ubicar la estación.
- El prisma (herramienta punzante) se utilizó como punto de referencia para ubicar los sitios de implantación.
- El uso de estas herramientas pueden generar daños y heridas al personal, debido a caídas, tropiezos, caminar uno tras de otro y un inadecuado manejo de los mismos; además son indispensables y fueron utilizadas durante la verificación en sitio y en el replanteo de las 28 estructuras.

Figura 4.44.
Herramientas utilizadas



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Desplazamiento en transporte

- Es necesario transportarse vía terrestre para trasladar al personal hacia los sitios cercanos donde se implantarán las 28 estructuras.
- Se debe utilizar camionetas para el traslado de personal, equipos de topografía, EPP.
- Los accidentes de tránsito se pueden presentar principalmente en la vía Alóag – Santo Domingo, por la gran cantidad de vehículos que circulan por ahí.

- También pueden ocurrir en las vías de acceso hacia los sitios de implantación, porque son de un solo carril, estrechas, existen curvas sinuosas y no cuentan con señalización.
- El tramo que representa mayor peligro y donde se podría generar un accidente de tránsito es en el ingreso a la Unión del Toachi, en la dirección Alóag – Santo Domingo, en el lugar hay una curva cerrada que no permite visualizar a los vehículos que vienen en sentido contrario.

Trabajo en altura

- Debido a la topografía irregular del terreno y la falta de caminos el personal tuvo que subir y bajar por quebradas para avanzar con el replanteo de los sitios de implantación de las estructuras.

Figura 4.45.
Quebradas



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento

- El subir y bajar por quebradas y pendientes expuso al personal a sufrir accidentes y caídas por el desprendimiento de tierra, piedras.

- La mala calidad del terreno, la época invernal son los factores que favorecen para la existencia de desprendimientos de tierra.
- Al ejecutar las labores de desbroce de árboles, corte de ramas, el personal estuvo expuesto a la caída de árboles y ramas.

Figura 4.46.
Zona propensa a desprendimientos



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

4.1.5.2. Factores de riesgos químicos

Polvo orgánico

- Las actividades de verificación del sitio y replanteo topográfico fueron desarrolladas en época invernal, en días lluviosos o con brisas la presencia de polvo no fue evidente; y, en días despejados y soleados la presencia de polvo fue notoria.
- Las vías que conducen hacia la Presa Toachi, Palo Quemado, San Pablo-Bellavista, Caídas de Atahualpa, Chimenea de Equilibrio Superior Alluriquín y sitios aledaños a los sitios de implantación de 26 estructuras; en gran parte están recubiertas por material pétreo, la circulación de vehículos y maquinaria pesada también contribuyen para la generación de polvo.

4.1.5.3. Factores de riesgos biológicos

Animales peligrosos

- Al ingresar o circular por las cercanías de casas o propiedades, el personal está expuesto al encuentro con perros.
- Al caminar por potreros, cultivos, bosques, quebradas, el personal está expuesto a encontrarse con ganado bovino y réptiles.
- Una de las especies más letales que existe en la zona son las serpientes.
- No hubo ataques de perros, ganado, serpientes hacia el personal.

Figura 4.47.
Animales peligrosos



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Animales venenosos o ponzoñosos

- El personal al movilizarse por potreros, cultivos, bosques, quebradas, está expuesto al encuentro con avispas, cubos, arañas, tarántulas, gusanos, etc.
- No existieron ataques por parte de estos animales, se debe tener precaución porque se encuentran en la vegetación, árboles, etc, lo que dificulta visualizarlos.
- Los zancudos y mosquitos fueron los insectos que más causaron molestias debido a las picaduras, estuvieron presentes en todas las zonas.

Figura 4.48.
Animales ponzoñosos



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

4.1.5.4. Factores de riesgos ergonómicos

Sobreesfuerzo físico

- Para ubicar los sitios de implantación de las estructuras, el personal tiene que caminar grandes distancias.
- La tarea se dificulta porque no existen caminos, hay que atravesar potreros, cultivos, bosques, etc.
- La lluvia, el sol, la humedad, son factores que hacen que las tareas se tornen más pesadas.
- Llevar la estación total de topografía, representa realizar mayor esfuerzo por el peso que debe cargar.

Levantamiento manual de objetos

- Levantar la estación topográfica, para trasladarla hacia los diferentes lugares para visualizar los sitios de implantación de las estructuras.

Movimiento corporal repetitivo

- Carga y transporte de los equipos de topografía hacia los sitios de implantación.
- Para ir de un lugar hacia otro el personal debe realizar movimientos forzados por el mal estado de los caminos y los lugares que se deben atravesar.
- Mantenerse de pie mientras se maneja la estación topográfica para ubicar los sitios de implantación.
- Esfuerzos prolongados al realizar labores de desbroce. (Existen árboles grandes).

Figura 4.49.

Transporte de los equipos de topografía



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Posición forzada

- El personal en la mayoría de tiempo pasa de pie y/o caminando.
- Movimientos rápidos debido a los ciclos de trabajo muy repetidos, al atravesar caminos en mal estado, potreros y bosques.
- Los tiempos de descanso son pequeños.
- Por la incomodidad existente en las zonas de trabajo, se deben adoptar posiciones inadecuadas al utilizar las herramientas.

Figura 4.50.
Potreros



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

4.1.5.5. Factores de riesgo de accidentes mayores

Sistema eléctrico defectuoso

- En varios de los lugares por donde se movilizó el personal, existen cercas eléctricas utilizadas para que el ganado bovino se mantenga en el territorio delimitado.
- Algunas cercas eléctricas se encontraban en funcionamiento.
- Se debió atravesar las cercas para continuar con el trabajo.

Figura 4.51.
Cercas eléctricas



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

Ubicación en zonas con riesgos de desastres

- Las zonas por donde se recorrió para llegar a los sitios de implantación de las estructuras son propensas a deslaves, deslizamientos.
- En las vías por las que se circuló fue notorio observar piedras, tierra y vegetación que había sido producto de deslaves y deslizamientos.

4.1.6. Cualificación de los riesgos determinados

4.1.6.1. Factores de riesgos mecánicos

- **Piso irregular, resbaladizo**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Gravedad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Intolerable (7)**

- **Manejo de herramientas cortantes y/o punzantes**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Gravedad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Moderado (4)**

- **Desplazamiento en transporte**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Gravedad del daño: **Extremadamente Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (5)**

- **Trabajo en altura**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Gravedad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (5)**

- **Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento**

Probabilidad de ocurrencia: **Baja (1)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Moderado (4)**

4.1.6.2. Factores de riesgos químicos

- **Polvo orgánico**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Probabilidad del daño: **Ligeramente Dañino (1)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Moderado (4)**

4.1.6.3. Factores de riesgos biológicos

- **Animales peligrosos**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (6)**

- **Animales venenosos o ponzoñosos**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (6)**

4.1.6.4. Factores de riesgos ergonómicos

- **Sobreesfuerzo físico**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Intolerable (7)**

- **Levantamiento manual de objetos**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Intolerable (7)**

- **Movimiento corporal repetitivo**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (6)**

- **Posición forzada**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Mediana Gestión (1)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (6)**

4.1.6.5. Factores de riesgo de accidentes mayores

- **Sistema eléctrico defectuoso**

Probabilidad de ocurrencia: **Media (2)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Importante (6)**

- **Ubicación en zonas con riesgos de desastres**

Probabilidad de ocurrencia: **Alta (3)**

Probabilidad del daño: **Dañino (2)**

Vulnerabilidad: **Incipiente Gestión (2)**

Estimación del riesgo: **Riesgo Intolerable (7)**

Tabla 4.2.
Matriz de identificación y estimación cualitativa triple criterio

EMPRESA:		CELEC EP Hidrotoapi																			
ACTIVIDAD:		Hidroeléctrica																			
UBICACIÓN:		Km 70, vía Alóag - Santo Domingo																			
FECHA (día, mes, año):		16/03/2015																			
EVALUADOR		Diego Romero																			
		1		2		3		4		5											
		Factores Mecánicos		Factores Químicos		Factores Biológicos		Factores Ergonómicos		Factores de riesgo de accidentes mayores (incendio, explosión, escape, derrame de sustancias)											
INFORMACIÓN GENERAL						Factores de Riesgo						CUALIFICACIÓN									
ÁREA / DEPARTAMENTO	PUESTO DE TRABAJO ANALIZADO	ACTIVIDADES / TAREAS	TRABAJADORES (AS) total	Mujeres No.	Hombres No.	1		2	3		4		5	Estimación del riesgo							
						Piso irregular, resbaladizo	Manejo de herramienta cortante y/o punzante	Desplazamiento en transporte (terrestre, aéreo, acuático)	Trabajo en altura (desde 1,8 metros)	Caidá de objetos por derrumbamiento o	Polvo orgánico	Animales peligrosos (salvajes o domésticos)	Animales venenosos o ponzoñosos	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Movimiento corporal repetitivo	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)	Sistema eléctrico defectuoso	Ubicación en zonas con riesgo de desastres	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
Departamento de Obras Civiles (Topografía)	Topógrafo (1)	Manejo de la estación total de topografía.	1	0	1													MD	IP	IT	
		Ubicar los sitios de implantación.																			
	Cadeneros (6)	Apertura de caminos.	6	0	6																
		Desbroce.																			
		Cargar la estación total de topografía y el resto de equipos.																			
		Dar referencia con el prisma para ubicar sitios de implantación.																			
			7	0	7																

Fuente: Ministerio de Relaciones Laborales

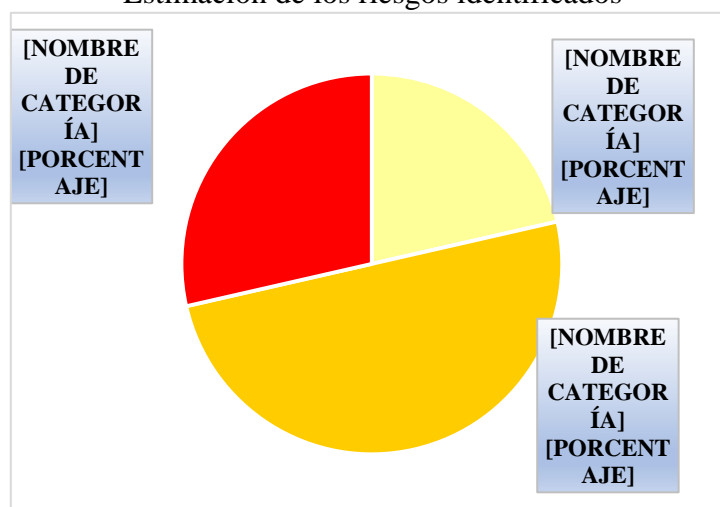
- Los resultados del análisis de riesgos son:

Riesgos intolerables: Piso irregular y resbaladizo, levantamiento manual de objetos, sobre esfuerzo físico, ubicación en zonas con riesgos de desastres.

Riesgos importantes: Desplazamiento en transporte terrestre, trabajo en altura, animales peligrosos, animales venenosos, movimiento corporal repetitivo, posición forzada (de pie), sistema eléctrico defectuoso.

Riesgos moderados: Manejo de herramienta cortante y punzante, caída de objetos por derrumbamiento, polvo orgánico.

Figura 4.52.
Estimación de los riesgos identificados



Elaborado por: Diego Paúl Romero Carrión/2015

4.1.7. Equipos de protección personal a utilizar en la etapa de construcción de la L/T

Tabla 4.3.
Equipos de protección personal a utilizar en la etapa de construcción de la L/T

		Equipos de Protección Personal							
		Casco	Gafas	Tapones, orejeras	Mascarilla	Guantes	Botas y/o Calzado	Cinturón, arnés con línea de vida	Ropa protectora
Actividades en la etapa de construcción de la L/T	Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad de ejecución del diseño.	X				X	X		X
	Replanteo del proyecto y ubicación de puntos de estructuras.	X				X	X		X
	Imposición de desbroce y servidumbre.	X	X	X		X	X		X
	Apertura de caminos de acceso.	X	X	X		X	X		X
	Estudio de mecánica de suelos.	X			X	X	X		X
	Excavaciones.	X				X	X		X
	Desagüe en excavaciones.	X				X	X		X
	Pilotaje y fundaciones.	X				X	X		X
	Construcción de obras de arte.	X				X	X		X
	Montaje y armado de torres.	X		X		X	X	X	X
	Ensamblaje de aisladores y accesorios.	X	X			X	X	X	X
	Tendido y regulado de conductores e hilo de guarda.	X	X			X	X	X	X
Inspecciones	X	X			X	X		X	
Ejecución de pruebas y energización	X	X			X	X		X	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

- Se realizaron visitas de campo para recolectar información (fotos, apuntes) que sirva para desarrollo del tema de estudio.
- Se participó en la revisión y verificación en el sitio, sirvió para conocer las vías, caminos de acceso que conducen hacia sitios cercanos y sitios de implantación de las estructuras.
- Se participó en el replanteo topográfico, sirvió para conocer los 28 sitios donde se implantarán las estructuras que conforman la L/T 230 kV Sarapullo - Alluriquín.
- Se identificaron y determinaron los riesgos a los que estuvo expuesto el personal, debido a factores mecánicos, químicos, biológicos, ergonómicos, accidentes mayores.
- Se determinó que la matriz a utilizar para el análisis de riesgos es “Cualificación o estimación cualitativa del riesgo – Método triple criterio – PGV” propuesta por el Ministerio de Relaciones Laborales de Ecuador.
- Se realizó el análisis de riesgos utilizando como herramienta la matriz de Triple Criterio, para clasificarlos como riesgos moderados, intolerables e importantes.
- El riesgo que se presentó con mayor frecuencia fue debido a factores mecánicos, piso irregular y resbaladizo, causó más inconvenientes al personal, porque los caminos de acceso y los lugares por donde se debía caminar no se encontraban en buenas condiciones debido a la topografía irregular del camino, la lluvia y circulación de ganado.
- El riesgo por desplazamiento en transporte terrestre se lo debe tomar en consideración porque las vías de acceso La Unión del Toachi hacia Palo Quemado, Bellavista, San Pablo, Caídas de Atahualpa son estrechas, sinuosas, no cuentan con señalización, están en mal estado, son factores que podrían ocasionar accidentes de tránsito.

- El riesgo debido animales peligrosos y venenosos estuvo presente aunque no llego materializarse, en las zonas donde se trabajó existen serpientes, tarántulas, gusanos, avispa, etc.
- El riesgo por sobreesfuerzo físico es determinante el personal de trabajo terminaba la jornada agobiado, por las grandes distancias que se debían caminar.
- El riesgo por sistema eléctrico defectuoso puede ocurrir por las cercas eléctricas que son utilizadas para delimitar las propiedades.
- Se describió los EPP que debe utilizar el personal que labore en la etapa de construcción de la L/T.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda que el personal de topografía utilice los EPP (ropa de trabajo, chaleco reflectivo, botas de seguridad, casco), al realizar sus actividades.
- Se recomienda que el personal de topografía, por sus labores a realizar en el campo cuente con un botiquín de primeros auxilios, y sea capacitado para que sepa cómo actuar ante cualquier emergencia que pueda suscitarse.
- Los riesgos identificados son difíciles de eliminarlos, se puede prevenirlos tomando medidas de seguridad necesarias.
- Para evitar los riesgos por piso resbaladizo se recomienda realizar los trabajos en la época de verano, al hacerlo se debería tomar en consideración los riesgos por factores químicos debido al polvo orgánico que se genera.
- Es recomendable contar con repelente de insectos, para evitar las picaduras y posibles enfermedades que se transmitan por este medio.
- Se recomienda que se realice rotaciones entre el personal para llevar la estación de topografía y así evitar que el sobreesfuerzo solo sea para una persona.
- Al conducir en las vías de acceso La Unión del Toachi hacia Palo Quemado, Bellavista, San Pablo, Caídas de Atahualpa es recomendable que el nivel de velocidad no supere los 40 Km/h para prevenir accidentes, debido al mal estado y dificultades que presentan las vías.
- Al circular por potreros, bosques, cultivos se debe hacerlo con cautela, porque pueden existir encuentros con serpientes, tarántulas, gusanos, etc.

- Se recomienda tener cuidado con las cercas eléctricas que se encuentran en los potreros, porque algunas están en funcionamiento y se observó que en partes el aislamiento está deteriorado.

BIBLIOGRAFÍA

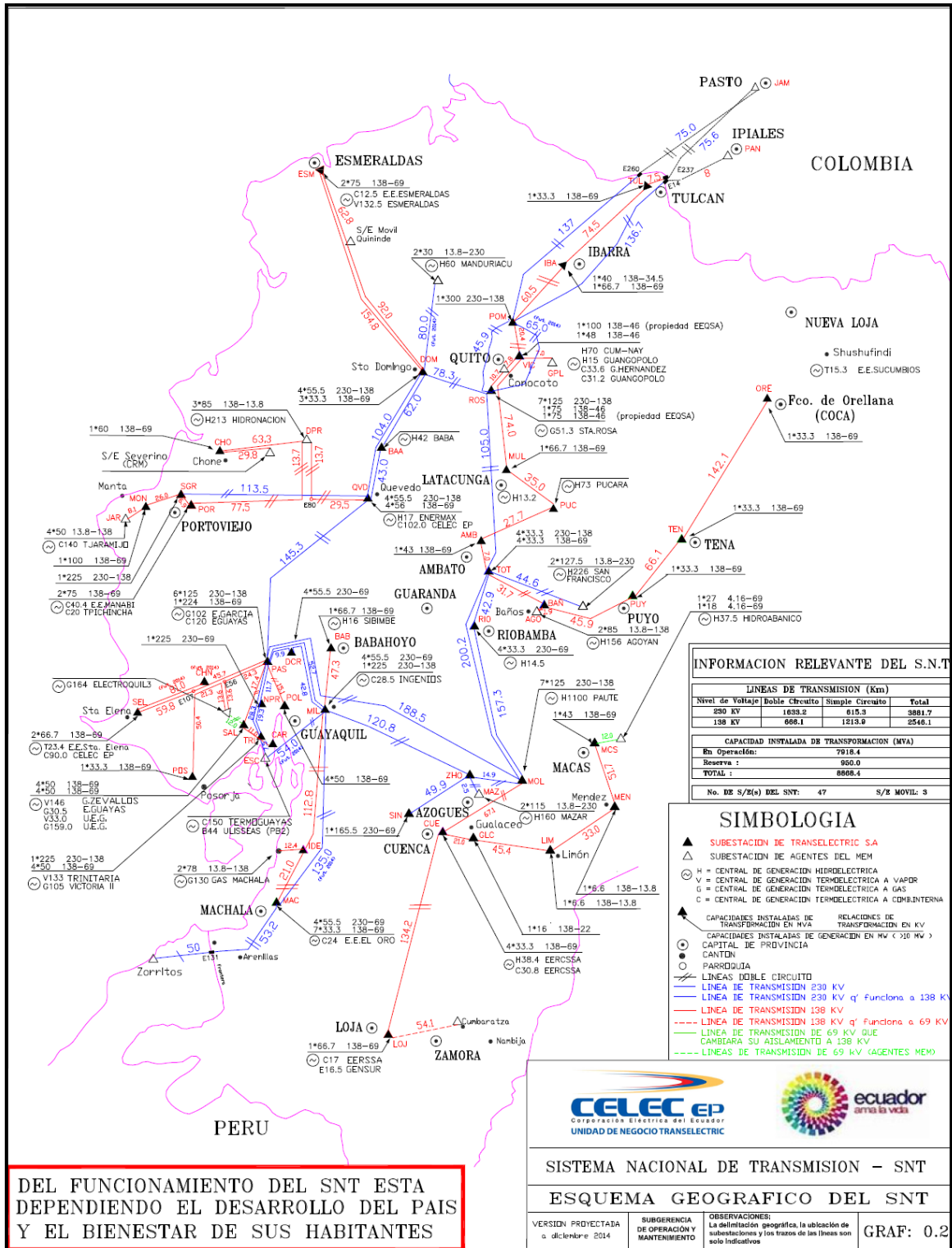
1. QUEZADA, Jorge. (2005). Tesis. Metodología de construcción de líneas de transmisión eléctrica. Valdivia – Chile.
2. INECEL. Sistema de Transmisión Paute.
3. FIALLOS & ASOCIADOS S.A. – CONSULTORES. (2011). Documento de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión de Alto Voltaje y Subestación del Parque Eólico EOLONICA WIND POWER. Nicaragua.
4. FLORÍA Mateo, GONZÁLES Agustín, GÓNZALES Diego. Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales, novena edición. Editorial Fundación Confemetal.
5. HENAO, Fernando. (2008). Riesgos eléctricos y mecánicos.
6. TRANSELECTRIC. Glosario de términos Sistema Eléctrico Ecuatoriano.
7. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. (2005). Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica. México. Limusa, primera edición.
8. GUERRA, Christian. PAZMIÑO, Cristhian. (2008). Tesis. Repotenciación de una Línea de Transmisión de 230 kV con conductores de última generación Tipo “T”.
9. CHARLIEG INGENIERÍA Y REMEDIACIÓN Cía. Ltda. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Línea de Transmisión Eléctrica Santo Domingo – Esmeraldas de 230 kV y de la ampliación de la Subestación Eléctrica Esmeraldas de 230/138/69 kV.
10. YAWE Consultores Cía. Ltda. EIAD – Línea de Transmisión San Bartolo - Sopladora.
11. CELEC EP, Hidrotoapi. Criterios de diseño, Subestación Alluriquín GIS 230 kV; Documento No. PHTP–CD–3E17–26–001 Rev. A5.
12. CELEC EP, Hidrotoapi. Criterios y bases de diseño, Subestación patio de maniobras Sarapullo 13,8/230 kV; Documento No. PHTP–CD–3E08–26–001 Rev. A1.
13. GUAMÁN, Mario. (2013). Tesis. Estudio de seguridad, higiene industrial y ergonomía en la rectificadores Universalmotor Cía. Ltda.
14. BONILLA, Bertha. (2013). Tesis. Implementación de la gestión administrativa y del talento humano del sistema de seguridad para Ep Petroecuador–Ambato período 2012– 2013.

15. SAMANIEGO José, LOAIZA Luis. (2014). Tesis. Propuesta de un modelo de Gestión en seguridad y salud ocupacional modelo Ecuador para la empresa Caucho Industrias L.R.P.
16. <https://www.celec.gob.ec/hidrotoapi/>
17. <http://www.eerssa.com/nuestra-empresa/historia.html?start=3>
18. <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>
19. <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=gsG53WyqNg0AloP6BzC3TUx3w0HlivAlieyPQd2UqiQ%2c>
20. https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=2Y8XxtrfpRytXbA0tUU01n43HfbSJKzsYGdoCGU_n0
21. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcci%C3%B3n-y-Obras-P%C3%BAAblicas.pdf>
22. <https://www.google.com/#q=matriz+de+riesgos+mrl+2014>
23. <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spivst/spiv/seis.pdf>
24. <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.trabajo.gob.ec%2Fwpcontent%2Fuploads%2F2013%2F03%2FMATRIZTRIPLECRITERIO.xls&ei=pycIVfSaNomAsQSG8YGYCw&usg=AFQjCNG9R3bG74HZATI4ePFhprwLvKTYw&bvm=bv.88198703,d.cWc>
25. https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pm4r.org%2Fesp%2Fcentro-de-capacitacion%2Fbiblioteca-virtual%2Fdoc_download%2F22-guia-para-lacreaciondematrizderiesgos&ei=rT8IVYCUKfPjsASR94D4CA&usg=AFQjCNGyvRAAh5qpBO2wdOjIaHwCHclrxQ
26. http://www.paritarios.cl/especial_esp.htm
27. <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>
28. <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/redeselectricas/site/cap2/c2estructuras22.php>
29. http://www.dirind.com/die/monografia.php?cla_id=5
30. http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigte/apartados/textos/apartado5_2.PDF

31. http://www.intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_04/archivos/Folleto_sobreesfuerzos.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Esquema geográfico del SNT



DEL FUNCIONAMIENTO DEL SNT ESTA DEPENDIENDO EL DESARROLLO DEL PAIS Y EL BIENESTAR DE SUS HABITANTES

Anexo 2: Características de los conductores ACSR
usado en el SNT

Nombre del Conductor	Tamaño Nominal		Stranding (Al/St)	Diámetro (mm)				Peso ² (Kg/Km)			Contenido (%)		Resistencia ²³ (Ω/Km)			
	Tamaño (AWG o KCM)	Tamaño (mm ²)		Al	Acero	Núcleo de Acero	Conductor total	Al	Acero	Total	Al	Acero	Fuerza de Ruptura ³ (kg)	DC a 20° C	AC a 75° C	Corriente de Ruptura ³³ (A)
Waxwing	226,8	135,19	18/1	3,091	3,091	3,09	15,46	372,4	58,4	430,7	86,45	13,55	3121	0,211	0,259	449
Partridge	266,8	135,19	26/7	2,573	2,002	6	16,3	374,5	172	546,5	68,53	311,47	5126	0,209	0,255	457
Brant	397,5	201,42	24/7	3,269	2,179	6,54	19,61	558	203,9	761,9	73,23	26,77	6622	0,141	0,172	584
Ibis	397,5	201,42	26/7	3,139	2,441	7,32	19,88	557,5	255,7	813,3	68,53	31,47	7394	0,14	0,172	587
Lark	397,5	201,42	30/7	2,924	2,924	8,77	20,46	559,2	367,2	926,5	60,35	39,65	9208	0,139	0,17	594
Pelican	477	241,7	18/1	4,135	4,135	4,14	20,68	666,4	104,4	770,8	86,45	13,55	5352	0,118	0,144	646
Flicker	477	241,7	24/7	3,581	2,388	7,16	21,49	669,8	244,7	914,9	73,23	26,77	7802	0,117	0,144	655
Hawk	477	241,7	26/7	3,442	2,677	8,02	21,78	669,1	307,1	976,1	68,53	31,47	8845	0,117	0,143	659
Hen	477	241,7	30/7	3,203	3,203	9,61	22,42	671,2	440,8	1112	60,53	39,65	10795	0,116	0,142	666
Kingbird	636	322,3	18/1	4,775	4,775	4,78	23,88	888,6	139,3	1028	86,45	13,55	7121	0,0885	0,109	773
Swift	636	322,3	36/1	3,376	3,376	3,38	23,63	888,2	69,6	957,8	92,8	7,2	6260	0,0888	0,11	769
Rook	636	322,3	24/7	4,135	2,756	8,27	24,81	892,9	326	1219	73,23	26,77	10251	0,0881	0,108	784
Grosbeak	636	322,3	26/7	3,973	3,089	9,27	25,16	892,7	409,5	1302	68,53	31,47	11430	0,0877	0,108	789
Scoter	636	322,3	30/7	3,698	3,698	11,09	25,89	894,9	587,6	1483	60,3	39,55	13789	0,0871	0,107	798
Egret	636	322,3	30/19	3,698	2,22	11,1	25,89	894,9	575,3	1470	60,89	39,11	14288	0,0872	0,107	798
Bluejay	1113	564	45/7	3,995	2,664	7,99	31,97	1563	304,7	1868	83,69	16,31	13517	0,0507	0,0637	1092
Finch	1113	564	54/19	3,647	2,189	10,95	32,83	1571	559,6	2130	73,75	26,75	17735	0,0506	0,0646	1093

² Los pesos son calculados usando las normas ASTM con los incrementos de stranding

³ Fuerza de ruptura son calculados por los métodos de las normas ASTM y convertidos a las unidades métricas después de ser redondeadas.

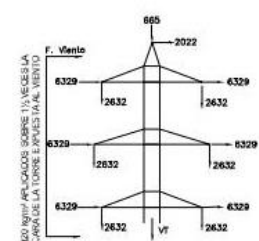
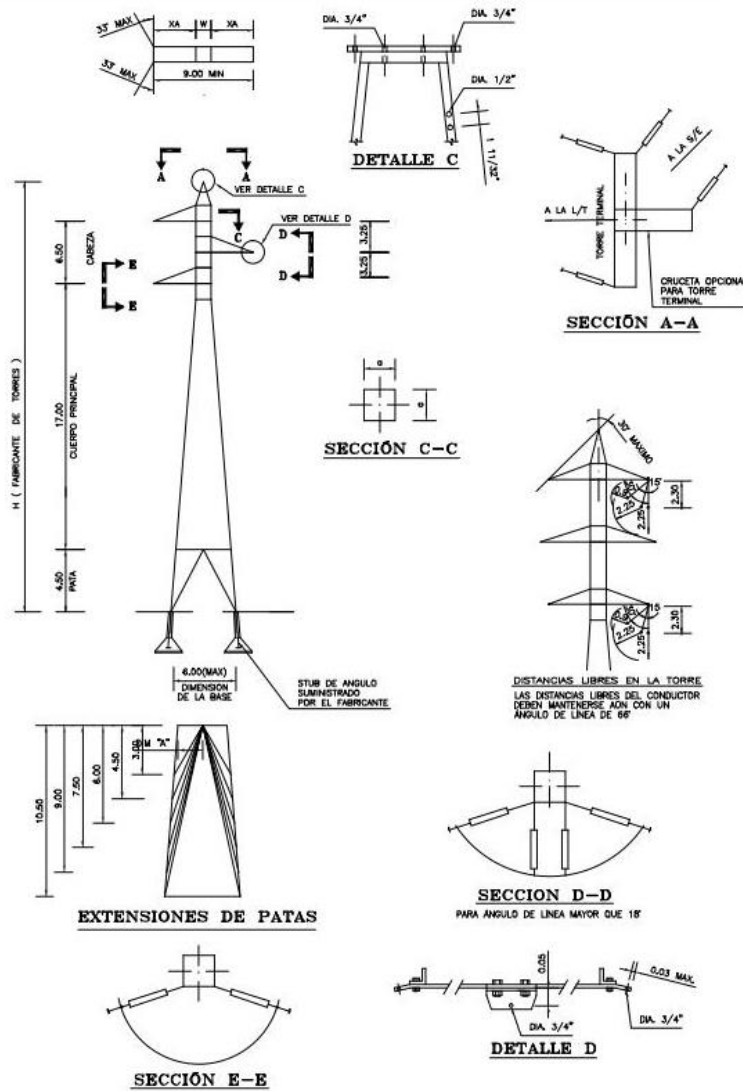
²³ La resistencia es calculada usando las normas ASTM con los incrementos de stranding, y con una conductividad del metal de 61,2% IACS para EC (1350) y 8% IACS para el acero. AC (60 Hz) la resistencia incluye la corriente dependiente de las pérdidas con un factor 1 y 3 años de construcción.

³³ La corriente de ruptura está basada en 75° C para la temperatura del conductor, 25° C en temperatura ambiente, y una velocidad del viento de 0,61 m/s, con una luminosidad de 1033 watts/sq, con coeficiente de emisión y absorción.

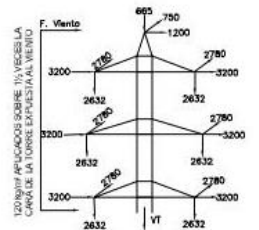
**Anexo 3: Características de los conductores ACAR
usados en el SNT**

Tamaño del conductor		Stranding		Diámetro Exterior (in)	Área (mm ²)	Diámetro del núcleo (mm)	Diámetro del conductor (mm)	Masa Aproximada (Kg/Km)	Carga de Ruptura Nominal (kgf)	Resistencia DC a 20° (Ω /Km)
AWG o Kcmil	Sección Transversal (in ²)	1350–H19	6201–T81							
300	0,2358	15 x 0,1257	4 x 0,1257	0,629	152	3,193	15,96	420	2885	0,195
300	0,2358	12 x 0,1257	7 x 0,1257	0,629	152	3,193	15,96	420	3275	0,2
1100	0,8637	33 x 0,1724	4 x 0,1724	1,207	557	4,38	30,65	1540	9190	0,053
1100	0,8637	30 x 0,1724	7 x 0,1724	1,207	557	4,38	30,65	1540	9990	0,053
1100	0,8637	24 x 0,1724	13 x 0,1724	1,207	557	4,38	30,65	1540	11010	0,054
1100	0,8637	18 x 0,1724	19 x 0,1724	1,207	557	4,38	30,65	1540	12300	0,056
1100	0,8641	54 x 0,1343	7 x 0,1343	1,209	557	3,41	30,7	1540	9590	0,053
1100	0,8641	48 x 0,1343	13 x 0,1343	1,209	557	3,41	30,7	1540	10170	0,054
1100	0,8641	42 x 0,1343	19 x 0,1343	1,209	557	3,41	30,7	1540	11010	0,055
1100	0,8641	33 x 0,1343	28 x 0,1343	1,209	557	3,41	30,7	1540	11810	0,055
1200	0,9426	33 x 0,1801	4 x 0,1801	1,261	608	4,57	32	1680	10030	0,048
1200	0,9426	30 x 0,1801	7 x 0,1801	1,261	608	4,57	32	1680	10880	0,049
1200	0,9426	24 x 0,1801	13 x 0,1801	1,261	608	4,57	32	1680	12035	0,05
1200	0,9426	18 x 0,1801	19 x 0,1801	1,261	608	4,57	32	1680	13400	0,051
1200	0,943	54 x 0,1403	7 x 0,1403	1,263	608	3,56	32,1	1680	10260	0,048
1200	0,943	48 x 0,1403	13 x 0,1403	1,263	608	3,56	32,1	1680	10970	0,049
1200	0,943	42 x 0,1403	19 x 0,1403	1,263	608	3,56	32,1	1680	11860	0,05
1200	0,943	33 x 0,1403	28 x 0,1403	1,263	608	3,56	32,1	1680	12790	0,051

Anexo 4. Planos de las estructuras a utilizar en la L/T
230 kV Sarapullo – Alluriquín

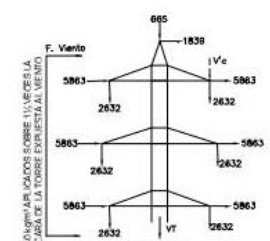


CASO 1
VIENTO MÁXIMO

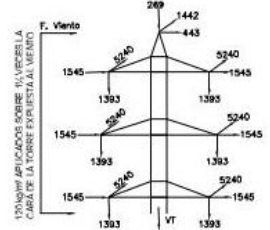


CASO 3
DESBALANCE LONGITUDINAL

CASO 5
CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA CARGAS VERTICALES NEGATIVAS (TIRO HACIA ARRIBA) DE 1000 kg. EN TODOS LOS CASOS.



CASO 2
SOBRECARGA VERTICAL V_{gw} Y V_c APLICADOS SOBRE UN CONDUCTOR, O SOBRE EL CABLE DE GUARDA
 $V_{gw} = 546$; $V_c = 2004$



REMATÉ
VIENTO MÁXIMO

NOTAS SOBRE LAS CARGAS:
- PARA EL DISEÑO DEBERÁN CONSIDERARSE TODOS LOS CASOS DE CARGAS AQUÍ INDICADOS
- LAS CARGAS LONGITUDINALES ACTÚAN EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE CENTRAL DE LA CRUCETA Y LAS TRANSVERSALES EN DIRECCIÓN PARALELA
- LAS TORRES SERÁN DISEÑADAS PARA INSTALARSE, INCLINAMENTE, EL CABLE DE GUARDA Y UN CIRCUITO
- TODAS LAS CARGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES SERÁN APLICADAS COMO SE PRESENTAN O EN DIRECCIÓN OPUESTA.
- TODAS LAS CARGAS SON ULTIMAS E INCLUIEN LOS FACTORES DE SEGURIDAD
- $V_r = (\text{PESO MUERTO DE LA TORRE}) \times 1.4$

TORRE ANCLAJE Y REMATE "AR1"
CONDUCTOR 750 MM² AGMR 18/10
ÁNGULO DE LÍNEA 0° A 66° REMATE 15°
MÁXIMA TENSIÓN DE TRABAJO 2337 kg INICIAL
VANO DE DISEÑO 450 m
TENSIÓN DE CADA DÍA 1730 kg
VANO PESO 1000 m
VANO VIENTO 300 m A 66°
VANO MÁXIMO 1000 m

CABLE DE GUARDA
TENSIÓN DE CADA DÍA 766 kg
TENSIÓN MÁXIMA 1166 kg

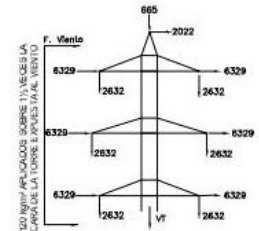
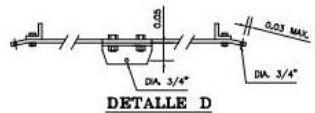
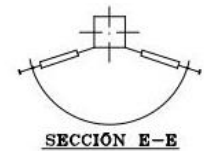
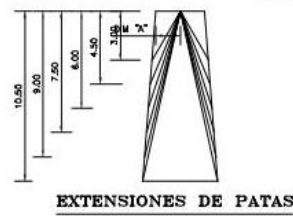
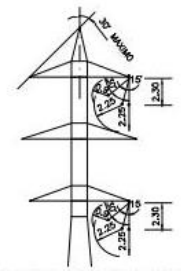
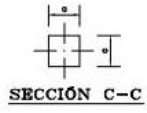
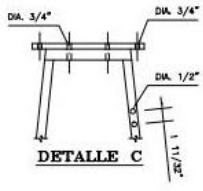
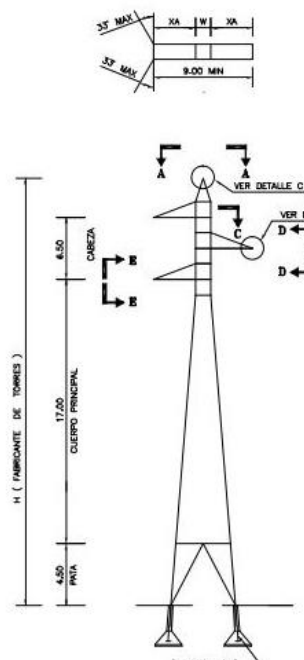
- NOTAS GENERALES:**
- LOS DETALLES DE LAS TORRES DEBERÁN SER ADECUADOS PARA MANTENIMIENTO Y PROPOSITOS DE ERECCIÓN
 - TODAS LAS CARGAS SON EN KILOGRAMOS Y LAS DIMENSIONES EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRAS UNIDADES.
 - LOS ANTIESCALANTES DEBERÁN SER DISEÑADOS PARA INSTALARSE EN LA PARTE BAJA DE LA ESTRUCTURA
 - TODAS LAS PATAS DEBERÁN POSIBILITAR SU ARMADO EN EL CUERPO O CON EXTENSION DE CUERPO
 - LOS FRENOS ESCALANTES DEBERÁN PRODUCIRSE PARA DOS DIAGONALES DE LA ESTRUCTURA SOBRE UNA ALTURA DE 3 m
 - LAS DIMENSIONES 15" x 15" x 15" Y 7" SERÁN DADAS POR EL CONSTRUCTOR DE LA TORRE
 - LA ESTRUCTURA SERÁ ADECUADA PARA FUNDACIÓN TIPO GRILLA, ZAPATA O PILOTES

CELEC EP -TRANSELECTRIC

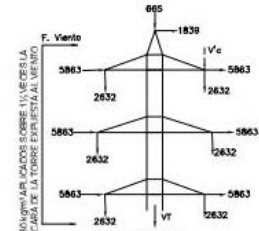
LÍNEA DE TRANSMISIÓN
SARAPULLO-ALLURIQUIN, 230 kV
ESTRUCTURA DE ANCLAJE Y REMATE
"AR1-1C" - ÁNGULO 0° A 66°

HOJA DE ESC.

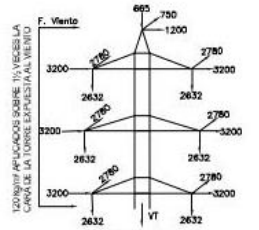
DIBUJADO: J.A.V.		RECOMENDADO: Ing. Tito Bravo	
DISEÑADO: Ing. José Ariza V.		APROBADO: Ing. Hugo Villacís	
REVISADO: Ing. José Ariza V.		FECHA: AGOSTO/14	
Rev. N°	Fecha	Naturaleza de la Revisión	Por Verif. Aprob.



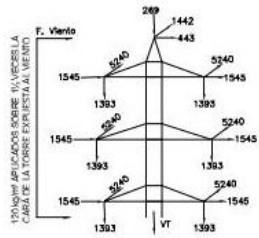
CASO 1
VENTO MÁXIMO



CASO 2
SOLRECARGA VERTICAL V_{ve} Y V_{vc} APLICADOS SOBRE UN CONDUCTOR, O SOBRE EL CABLE DE GUARDIA
V_{ve} = 546 ; V_{vc} = 2004



CASO 3
DESBALANCE LONGITUDINAL



REMATO
VENTO MÁXIMO

CASO 5
CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA CARGAS VERTICALES NEGATIVAS (TIRO HACIA ARRIBA) DE DE 1000 kg. EN TODOS LOS CASOS.

- NOTAS SOBRE LAS CARGAS:**
- PARA EL DISEÑO DEBEN CONSIDERARSE TODOS LOS CASOS DE CARGAS AQUÍ INDICADOS
 - LAS CARGAS LONGITUDINALES ACTUAN EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE CENTRAL DE LA CRUCETA Y LAS TRANSVERSALES EN DIRECCIÓN PARALELA
 - LAS TORRES SERAN DISEÑADAS PARA INSTALARSE INICIALMENTE, EL CABLE DE GUARDIA Y UN CIRCUITO O EN DIRECCIÓN OPUESTA
 - TODAS LAS CARGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES SERAN APLICADAS COMO SE PRESENTAN EN LOS FACTORES DE SEGURIDAD
 - TODAS LAS CARGAS SON ÚLTIMAS E INCLUYEN LOS FACTORES DE SEGURIDAD
 - $V_A = (\text{PESO MUERTO DE LA TORRE}) \times 1.4$

TORRE ANCLAJE Y REMATE "AR1"
CONDUCTOR 750 MCM ACAR 18/19
ÁNGULO DE LÍNEA 0° A 66°, REMATE 15°
MÁXIMA TENSIÓN DE TRABAJO 2337 kg INCLAJE
VANO DE DISEÑO 450 m
TENSIÓN DE CADA DIA 1730 kg
VANO PESO 1000 m
VANO VIENTO 300 m A 66°
VANO MÁXIMO 1000 m

CABLE DE GUARDIA
TENSIÓN DE CADA DIA 766 kg
TENSIÓN MÁXIMA 1186 kg

- NOTAS GENERALES:**
- LOS DETALLES DE LAS TORRES DEBERAN SER ADECUADOS PARA MANTENIMIENTO Y PROPOSITOS DE ERECCION
 - TODAS LAS CARGAS SON EN KILOGRAMOS Y LAS DIMENSIONES EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRAS UNIDADES.
 - LOS ANTIESCALANTES DEBERAN SER DISEÑADOS PARA INSTALARSE EN LA PARTE BAJA DE LA ESTRUCTURA
 - TODAS LAS AVITAS DEBERAN POSIBILITAR SU ARMADO EN EL CUERPO O CON EXTENSION DE CUERPO
 - LOS PERNOS ESCALANTES DEBERAN PREVERSE PARA DOS DIAGONALES DE LA ESTRUCTURA SOBRE UNA ALTURA DE 3 m
 - LAS DIMENSIONES "D", "m", "W" Y "H" SERAN DADAS POR EL CONSTRUCTOR DE LA TORRE
 - LA ESTRUCTURA SERA ADECUADA PARA FUNDACION TIPO GRILLA, ZAPATA O PILOTES

CELEC EP -TRANSELECTRIC

LÍNEA DE TRANSMISIÓN
SARAPULLO-ALLURIQUIN, 230 kV
ESTRUCTURA DE ANCLAJE Y REMATE
"AR1-1C" - ÁNGULO 0° A 66°

HOJA DE ESC.

DIBUJADO: J.A.V.	RECOMENDADO: Ing. Tito Bravo
DISEÑADO: Ing. José Arlos V.	APROBADO: Ing. Hugo Villacís
REVISADO: Ing. José Arlos V.	REF.
Rev.Nº Fecha Naturaleza de la Revisión Por Verif. Aprob.	FECHA: AGOSTO/14

Anexo 5: Equipo de topografía

Radio para comunicación



Calculadora



Estación Total Topcon



Prisma



Trípode



Cinta de señalización (peligro)



Machete



Anexo 6: Tabla de ubicación de estructuras (sistema WGS84)

Estructura N°	X (m)	Y (m)	Z (m)	Propietario
1	732091.123	9959285.637	981.052	Hidrotoapi
2	731749.705	9959130.107	1010.402	Elvia Samaniego
3	731416.805	9959377.460	1237.432	Elvia Samaniego
4	731271.118	9959492.236	1319.824	Blanca Chiriboga
5	731160.728	9959583.479	1328.805	Blanca Chiriboga
6	730996.261	9959713.353	1282.033	Manuel Yugcha
7	730613.703	9960014.214	1257.122	Alejandro Narváez
8	730428.842	9960159.696	1256.801	Alejandro Narváez
9	730158.170	9960372.640	1195.685	Alejandro Narváez
10	729629.665	9960788.511	1177.698	Yolanda Maldonado
11	729254.183	9961083.766	1300.123	Manuel Oña
12	728924.110	9961343.381	1304.833	Manuel Oña
13	728385.747	9961766.915	1199.628	José Herrera
14	727977.696	9962087.871	1254.980	Carlos Chicaiza
15	727805.462	9962223.392	1273.654	Carlos Chicaiza
16	727357.894	9962574.247	1355.917	Mery Vallejo
17	727052.086	9962816.035	1347.592	Mariana Díaz
18	726836.419	9962985.672	1280.185	Fernando Yela
19	726504.345	9963242.966	1214.965	Alonso Freire
20	726200.889	9963485.603	1148.637	Aníbal Muñoz
21	725943.780	9963689.797	1138.033	Aníbal Muñoz
22	725694.272	9963884.220	1077.393	Rodrigo Cerón
23	725466.078	9964054.615	1035.441	Rodrigo Cerón
24	725239.055	9964242.219	1031.322	Rodrigo Cerón
25	724945.884	9964475.435	1000.572	Rodrigo Cerón
26	724667.129	9964692.248	870.146	Terreno Baldío
27	724610.160	9964737.469	823.554	Terreno Baldío
28	724202.994	9964790.965	752.624	Campamento CWE