

CAPÍTULO II
INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.1. Caracterización de la Empresa Eléctrica Ambato

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., constituida el 29 de abril de 1959, brinda los servicios de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, cubriendo una amplia área de concesión.

Su misión es “Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social”

Su visión es "Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país".

Sus principios se fundamentan en:

- Disponer de recursos humanos capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos institucionales.
- Practicar una gestión gerencial moderna, dinámica, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.
- Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada.
- Tener procesos automatizados e integrados.

Dentro de su plan estratégico la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte EEASA 2007 – 2011, tiene contemplado reducir el porcentaje de pérdidas, mejorando continuamente la calidad del servicio técnico y comercial en el suministro de energía en el área de concesión, siendo el Departamento de Diseño y Construcción, el organismo operacional encargado de ejecutar las obras contempladas dentro de las inversiones que deba efectuar la Empresa para cubrir la demanda de potencia del Sistema Eléctrico atendido por la misma, buscando la mayor eficiencia Técnico-Económica.

Dentro de sus funciones principales se tiene:

- Realizar el diseño definitivo de las obras programadas por la Empresa en las etapas de generación, transmisión y distribución.
- Coordinar y fiscalizar la realización de los diseños que en caso necesario fueren contratados.
- Recomendar la ejecución de estudios especiales, al Departamento de Planificación, de acuerdo a los requerimientos de expansión del sistema.
- Supervisar la construcción de obras planificadas, tanto las que se realizan con personal propio como las que se dan por contrato.
- Mantener informaciones y datos estadísticos de los avances y conclusiones de obras, tanto en construcción directa, cuanto en obras contratadas.
- Coordinar las actividades de tipo técnico con los demás departamentos de la Empresa.
- Proporcionar la información necesaria al Departamento de Planificación, para la elaboración de estudios de proyección a mediano y largo plazo.

2.2. Parámetros de diseño

2.2.1. Sistemas de Puesta a Tierra

Para determinar los parámetros eléctricos para el diseño de puestas a tierra para líneas de subtransmisión a pie de torre en general se debe establecer lo siguiente:

- a) Resistividad del suelo (Ω m)
- b) Longitud de la varilla (m)
- c) Diámetro de la varilla (m)
- d) Área para la puesta a tierra (m^2)

Para determinar los parámetros eléctricos para el cálculo del sistema de puestas a tierra para subestaciones en general se debe establecer:

- a) Corriente de falla (A)
- b) Diámetro del conductor de la malla (m)
- c) Profundidad de enterramiento de la malla (m)
- d) Resistividad del suelo (Ω m)
- e) Resistividad superficial (Ω m)
- f) Número de varillas de puesta a tierra
- g) Área de la malla (m²)
- h) Tiempo de despeje de la falla (seg.)

En cuanto se refiere a la resistividad del suelo es necesario realizar un estudio único del tipo de terreno en la Región Oriental en donde se va a implantar dicha construcción, ya que no cuenta con el mismo, para posteriormente encontrar su resistividad, este parámetro se muestra en el anexo 2.1.

2.2.2. Coordinación de Protecciones

Para determinar los datos eléctricos para la coordinación de protecciones en general se debe establecer:

- a) Diagrama unifilar del sistema eléctrico a proteger
- b) Valores máximos de carga
- c) Corrientes de cortocircuitos máximas y mínimas
- d) Información técnica de los equipos a instalarse

Estos datos se muestran en el anexo 2.2 A.

Para lograr una adecuada protección del sistema eléctrico, deben satisfacerse algunos requerimientos, que en general dependen de una buena selección de los dispositivos de protección y su coordinación; como son: selectividad, rapidez, sensibilidad; mismos que se indicaron en el Capítulo I.

En el anexo 2.2 B. se muestra algunos criterios generales para la coordinación de protecciones en líneas de subtransmisión y subestaciones.

En el anexo 2.2 C. se muestran los resultados obtenidos gráficamente mediante las curvas tiempo-corriente de los equipos con el **Programa para la Coordinación de los dispositivos de Protección de la Distribución**. (Realizado por el Profesor: Ph.D. M.Sc. Ing. Orly Ernesto Torres Breffe Especialista Cubano. Mayo 2010. Ecuador).

2.3. Análisis de Resultados de las Técnicas de Investigación, Aplicadas a la EEASA-ELECDOR

El desarrollo de este proyecto de investigación se realiza mediante una metodología fundamentada en una investigación de campo, descriptiva y aplicada; que emplea los métodos científico e hipotético-deductivo, aliados con técnicas de recolección de información tales como: la entrevista y la encuesta, dirigidas a un universo específico. Inicialmente se propuso trabajar con un universo correspondiente a 54 personas, integrantes de la Empresa Eléctrica Ambato y 2 del personal técnico de la constructora a cargo (ELECDOR); pero considerando obtener resultados más valederos, se ha determinado aplicar solamente a personal técnico, teniendo 20 personas del Departamento de Diseño y Construcción y 2 por ELECDOR, quienes se hallan en contacto directo en la ejecución del “Proyecto Mushullacta”.

2.3.1. Entrevista

Esta técnica fue realizada al Jefe del Departamento de Subtransmisión, mismo que permitió obtener información desde el punto de vista de la dirección técnica, para lo que se plantearon 7 interrogantes.

2.3.1.1. Ficha de entrevista

1. ¿Qué cargo ocupa dentro de la EEASA?
2. ¿Qué tiempo lleva usted a cargo del Departamento de Subtransmisión?
3. ¿En la sección de subtransmisión se cuenta con personal especializado y capacitado permanentemente en el manejo de equipos de protección para líneas de subtransmisión y subestaciones?
4. ¿El personal bajo su dependencia están conscientes de los objetivos de la empresa encaminados en el sistema de Gestión de Calidad ISO?
5. ¿Conoce usted de estudios o procedimientos básicos para sistemas de puesta a tierra y coordinación de protecciones en la Zona Oriental?
6. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de un sistema de puesta a tierra y de la coordinación de protecciones?
7. ¿Cuál es el nivel máximo permitido de resistencia de puesta a tierra en línea de subtransmisión y subestaciones dentro de la EEASA?

2.3.1.2.Resultado

De la entrevista efectuada, se puede enunciar lo siguiente:

Esta fue realizada al Ingeniero eléctrico Héctor Barrera que cuenta con una experiencia en la EEASA de 24 años de servicio de los cuáles 16 años ocupa la Jefatura de Subtransmisión encargada al campo de diseño y construcción de líneas de subtransmisión a 69 y 138 Kv y subestaciones de media tensión en lo que se refiere a su diseño y construcción.

Para poder desenvolverse en el área de subtransmisión deben estar continuamente capacitándose para estar acorde a la tecnología de los nuevos equipos, debido a la evolución tecnológica que existe. Como por ejemplo la construcción de la línea de subtransmisión Puyo-Mushullacta que se encuentra en la parte sur de la Provincia de Pastaza en la vía Puyo-Macas kilómetro 40 para dar servicio a toda esa zona que actualmente tiene un servicio deficiente y abastecer a nuevas comunidades.

La EEASA cuenta con la Certificación ISO 9000-9001 del Sistema de Gestión de Calidad que les permite identificar lo que hacen y para luego realizar mejoras continuas de sus procesos, el cual les permite ser más eficientes en el área administrativa y en el área técnica.

Específicamente para la zona oriental no cuenta con estudios de sistemas de puestas a tierra; para cada proyecto existe su particularidad y son analizados independientemente, la EEASA tiene experiencia en construcciones solamente en la zona Sierra pero ahora se enfrenta a un nuevo reto, un nuevo proyecto ubicado en la zona oriental, mismo que requiere de estos estudios que conllevaran a realizar una protección eficiente y por lo tanto la coordinación adecuada de los diferentes equipos de protección, con la ayuda de los postulantes y la metodología a aplicar se llegara al éxito en la construcción de este proyecto.

El sistema de puesta a tierra es algo básico en todo sistema eléctrico tanto para la protección de equipos y la seguridad de las personas que están cerca del sistema, es fundamental conocer y colocar en cada uno de los equipos los condicionamientos necesarios para tener el cuidado respectivo, el sistema de puesta a tierra se debe calcular independientemente y realizando un análisis profundo en lo que se refiere a las condiciones propias del medio

De acuerdo a los parámetros que tiene la EEASA en cuanto a líneas de subtransmisión a lo que refiere a la resistencia máxima de aterramiento de este proyecto en particular para la línea de 69 KV con un aislamiento de 138 KV se

debe cumplir lo siguiente; en época seca una resistencia máxima de 15 ohmios y en época lluviosa de 10 ohmios. Para subestaciones de alto voltaje un máximo de 1 ohmio y de medio voltaje menores a 10 ohmios

2.3.2. Encuesta

Para esta técnica de recopilación de datos, se formularon preguntas que permitieron obtener con mayor certeza información en beneficio de la ejecución de este proyecto, para ello se planteó 7 interrogantes estrechamente ligadas al proyecto, (Anexo 2.3).

2.3.2.1.Población

Esta técnica se aplicó, únicamente al personal del Departamento de Diseño y Construcción de la EEASA y de la Compañía ELECDOR, correspondiendo a 22 casos, esta decisión se debe a que dicho personal, tiene relación directa con la construcción de la Línea de Subtransmisión y Subestación Mushullacta, en los que se va a implantar las correspondientes protecciones según su necesidad. Esto permitió obtener resultados más reales, en dicho número de casos se incluyen ingenieros y personal técnico de las empresas.

2.3.2.2. Análisis por pregunta

1. ¿Considera Ud. importante la utilización de equipos digitales para las protecciones de un Sistema Eléctrico de Potencia?

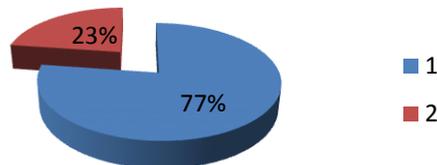
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.1
PREGUNTA # 1, VALORACIÓN DE OPCIONES.

N°	OPCION	VALOR	%
1	SI	17	77
2	NO	5	23
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.1
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #1



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En la pregunta planteada sobre la importancia de la utilización de equipos digitales para proteger un sistema eléctrico de potencia, el 77% manifiesta que es de suma importancia la implementación de nuevas tecnologías como lo es ahora los equipos digitales, debido, que tienen mayor confiabilidad para operar dentro del sistema, por otro lado el 23% opinan que los equipos digitales no son

importantes en una coordinación de protecciones debido a que siempre debe estar presente un operario en caso de falla del equipo de protección. Esta interpretación se da en razón del desconocimiento de las tecnologías actuales y la implementación de los SCADA, ya que un relé digital de última generación implica el reemplazo de los operadores y en caso de falla no se requiere en presencia para realizar las maniobras correspondientes.

2. ¿Conoce Ud. de un estudio de sistemas de puesta a tierra aplicado para la zona oriental?

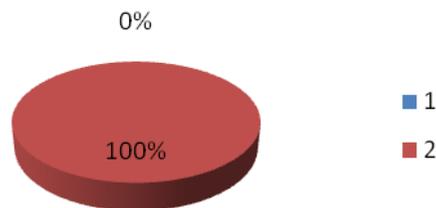
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.2
PREGUNTA # 2, VALORACIÓN DE OPCIONES.

N°	OPCION	VALOR	%
1	SI	-	-
2	NO	22	100
TOTAL		22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.2
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #2



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En esta interrogante se plantea si existe un estudio de sistemas de puestas a tierra aplicado específicamente para zona oriental en líneas de subtransmisión y subestaciones, misma que refleja que el 100 % de los profesionales encuestados no conocen de estudios aplicados para esta zona; siendo necesario la realización de uno.

3. ¿Tendría Ud. algún problema para realizar un estudio de sistemas de puesta a tierra en Líneas de subtransmisión y subestaciones?

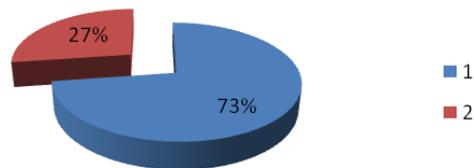
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.3
PREGUNTA # 3, VALORACIÓN DE OPCIONES.

N°	OPCION	VALOR	%
1	SI	16	72,73
2	NO	6	27,27
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.3
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #3



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En lo que concierne a esta pregunta sobre la realización de estudios de sistemas de puesta a tierra en líneas de subtransmisión y subestaciones en donde se entiende que se incluye los parámetros eléctricos admisibles que puede soportar el cuerpo humano es decir que el sistema tenga una baja resistencia de puesta a tierra, el 73% reconoce tener dificultades en realizar este tipo de estudios, debido al desconocimiento de cómo obtener los parámetros antes mencionados, por otro lado, el 27% señalan no tener problemas en realizar dichos estudios.

4. ¿Tendría Ud. algún problema para realizar la coordinación de protecciones en Líneas de subtransmisión y subestaciones?

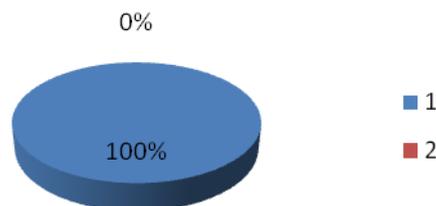
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.4
PREGUNTA # 4, VALORACIÓN DE OPCIONES.

N°	OPCION	VALOR	%
1	SI	22	100
2	NO	-	-
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.4
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #4



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En lo que concierne a esta pregunta sobre la realización de la coordinación de protecciones en líneas de subtransmisión y subestaciones, el 100% de las personas encuestadas admiten tener algún problema para realizar este tipo de trabajo, debido a la dificultad que existe al momento de coordinar los elementos de protección y las probabilidades de fallas que pudiesen existir en el sistema eléctrico. Fundamentándose conjuntamente en la selectividad, sensibilidad, rapidez, confiabilidad, simplicidad y economía según sea el caso.

5. Existe algún método o procedimiento establecido dentro de su empresa para la realización del sistema de puesta a tierra y la coordinación de protecciones en Líneas de subtransmisión y subestaciones?

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

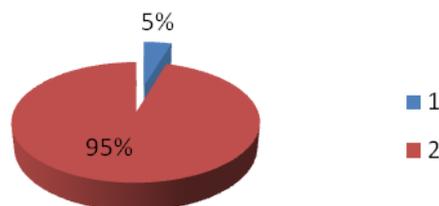
CUADRO 2.5
PREGUNTA # 5, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	1	4,55
2	NO	21	95,45
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.5
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #5



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.

ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En esta inquietud se plantea la existencia o no de un método o procedimiento para la realización de sistemas de puesta a tierra y la coordinación de protecciones en líneas de subtransmisión y subestaciones, de la que se obtiene el 95 %, corresponde a la negatividad de dicha inquietud, dando a conocer la necesidad de crear una. El restante 5%, asimila a otros procedimientos, como validos para la realización de estos diseños, lo cual no es procedente, debido a que no se

contempla de manera específica para cada estudio de puestas a tierra y coordinación de protecciones sino que solamente se basan en la experiencia adquirirá de anteriores construcciones.

6. Sería de utilidad para Ud. (en sistemas de protecciones) un procedimiento para el cálculo de sistemas de puesta a tierra para las Líneas de subtransmisión y subestaciones?

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

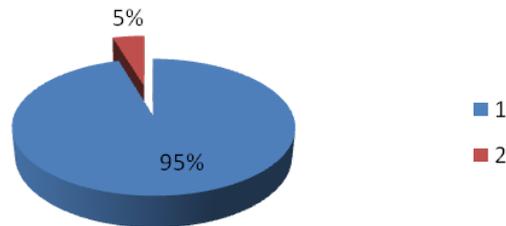
CUADRO 2.6
PREGUNTA # 6, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	21	95
2	NO	1	5
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.6
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #6



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.

ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

Esta inquietud, tiene relación con la anterior, ya que se trata de un procedimiento para el cálculo de sistemas de puestas a tierra, en la que el 95 % considera que si sería de gran utilidad la existencia de uno; apenas un 5 % considera que no.

De entre algunas opiniones se puede enunciar lo siguiente, en consideración de la utilidad, garantizará que cualquier personal técnico sea capaz de realizar dicho diseño, teniendo la posibilidad de optimizar la construcción de un sistema de puesta a tierra.

7. ¿Considera usted que la instalación de los sistemas de protección (puestas a tierra y coordinación de protecciones) reducirá el índice de peligro para el personal, como también alargar la vida útil de los elementos protegidos?

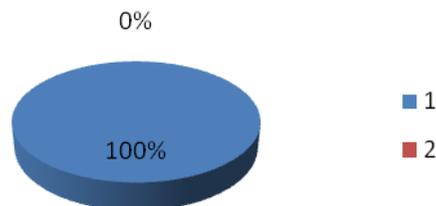
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.7
PREGUNTA # 7, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	22	100
2	NO	-	-
	TOTAL	22	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

GRAFICO #2.7
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #7



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, EEASA-ELECDOR.
ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e interpretación

En los resultados obtenidos en esta inquietud, el 100% considera que si reduciría el índice de peligro para el personal y alargaría la vida útil de los elementos protegidos. Permitiendo alcanzar el objetivo de calidad de la EEASA, adicionalmente esta calidad viene dado de la mano de tener redes eléctricas

técnicamente mantenidas y supervisadas, con un grado de inversión económicamente importante.

2.4. Verificación de la Hipótesis

Partiendo de la hipótesis planteada para la ejecución de este proyecto, se puede, una vez interpretados y analizados los resultados obtenidos a través de las técnicas de investigación aplicadas, mismos que muestran un alto porcentaje de interés e importancia que tienen los sistemas de protección sobre un Sistema Eléctrico de Potencia, donde se manifiesta la utilización de equipos digitales de última tecnología para la protección de un sistema eléctrico, los encuestados tienen un alto grado de dificultad para realizar un estudio de sistemas de puestas a tierra y numerosos inconvenientes para realizar coordinación de protecciones en alimentadores, subestaciones y líneas de subtransmisión, de la utilidad que tiene el realizar estudios únicos de puestas a tierra para cada zona del país, principalmente consideran que la instalación de los sistemas de protección reducen un alto porcentaje el índice de peligro para las personas y prolongan la vida útil de los elementos protegidos.

Todos estos aspectos conllevan a un solo objetivo que es la calidad de servicio, calidad que va de la mano de tener redes eléctricas técnicamente mantenidas y supervisadas.

Por lo manifestado se concluye que “El cálculo del sistema de puesta a tierra y coordinación de protecciones de la línea de subtransmisión y subestación Mushullacta 69/13.8 KV-5MVA de la EEASA” es viable para su ejecución.