

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICO**

FREDY ROLANDO COYAGO VEGA

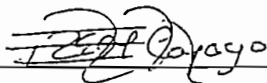
DIRECTOR: ING. LUIS RUALES

Quito, Julio, 2005

DECLARACIÓN

Yo Fredy Rolando Coyago Vega declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Fredy Rolando Coyago Vega

CERIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Fredy Rolando Coyago Vega, bajo mi supervisión.



Ing. LUIS RUALES
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la existencia y ser la guía espiritual en el desarrollo de vida personal y profesional.

Al Ingeniero Luis Ruales, director del proyecto, quien con su dirección y recomendaciones hizo posible la culminación de este proyecto.

A TRANSELECTRIC S.A., en especial al área de Líneas de Transmisión, por su valiosa colaboración y ayuda.

A la Escuela Politécnica Nacional por haberme acogido en sus aulas.

A mis amigos y compañeros de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, que con su apoyo hicieron que este objetivo se haga realidad.

CONTENIDO

CONTENIDO	1
RESUMEN.....	6
PRESENTACIÓN	8
CAPITULO 1.....	9
GENERALIDADES.....	9
1.1 INTRODUCCION.....	9
1.2 ANTECEDENTES.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.4 ALCANCE.....	12
1.5 METODOLOGIA.....	12
CAPITULO 2.....	14
REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	14
2.1 PROCESO.....	14
2.1.1 INTRODUCCION.....	14
2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS.....	16
2.1.3 MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.....	17
2.1.4 LOS PROCESOS INSTRUMENTO DE TRABAJO PARA LA CALIDAD.....	19
2.1.5 CONCEPTOS BÁSICOS SIMPLES DE ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS.....	19
2.1.5.1 Definición de los límites preliminares.....	19
2.1.5.2 Límites finales del proceso.....	19
2.1.5.3 Visión general del proceso.....	19
2.1.5.4 Los clientes del proceso.....	20
2.1.5.5 Tiempo del ciclo del proceso.....	20
2.1.6 COMPRENSION DEL PROCESO.....	20
2.1.6.1 Diagrama de flujo.....	20
2.1.6.2 Diagrama de Bloque.....	21
2.1.7 GESTIÓN POR PROCESOS.....	21
2.1.7.1 Objetivos.....	21
2.1.7.2 Características.....	21
2.1.7.3 Beneficios.....	22
2.1.7.4 Mejora de procesos.....	22
2.1.7.5 Innovación de procesos.....	23

2.1.8	ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO.....	23
2.1.8.1	Valor.....	23
2.1.8.2	Actividades que agregan valor.....	24
2.1.8.3	Actividades que no agregan valor.....	24
2.1.8.4	Análisis de valor.....	24
2.2	IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS, SUBPROCESOS, ACTIVIDADES, RESULTADOS, PROVEEDORES, ETC. EN EL DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	25
2.2.1	PROCESO.....	26
2.2.2	RESPONSABLE.....	26
2.2.3	ENTRADAS.....	26
2.2.3.1	Planificación.....	27
2.2.4	SUBPROCESOS.....	27
2.2.5	ACTIVIDADES EN EL DISEÑO DE L/T.....	28
2.2.5.1	Actividades estudios de campo.....	28
2.2.5.2	Actividades diseño.....	29
2.2.6	RESULTADO.....	29
2.2.7	CLIENTE.....	30
2.2.8	SIMBOLOGIA.....	31
2.3	BIBLIOGRAFÍA.....	32
CAPITULO 3.....		33
INSTRUCTIVO PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.....		33
3.1	PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.....	33
3.2	MAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.....	34
3.2.1	ENTRADAS Y SALIDAS SUBPROCESO DE ESTUDIOS DE CAMPO.....	34
3.2.2	ENTRADAS Y SALIDAS SUBPROCESO DE DISEÑO.....	35
3.2.3	FLUJO DE ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	35
3.3	INSTRUCTIVO PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	38
3.3.1	ESTUDIOS DE CAMPO.....	38
3.3.1.1	Disposición del diseño de L/T.....	38
3.3.1.2	Nombrar responsable.....	38
3.3.1.3	Recopilar información.....	39
3.3.1.4	Realizar el plan.....	39
3.3.1.5	Aprobación del plan.....	40
3.3.1.6	Estudios de impacto ambiental preliminar.....	40
3.3.1.6.1	<i>Introducción</i>	40
3.3.1.6.2	<i>Antecedentes</i>	41
3.3.1.6.3	<i>Objetivos</i>	42
3.3.1.6.4	<i>Alcance</i>	42
3.3.1.7	Definición de la ruta.....	47
3.3.1.7.1	<i>Objetivo</i>	47

3.3.1.7.2	<i>Antecedentes.</i>	47
3.3.1.8	Levantamiento topográfico.	49
3.3.1.8.1	<i>Objetivo.</i>	49
3.3.1.8.2	<i>Alcance.</i>	49
3.3.1.8.3	<i>Antecedentes.</i>	50
3.3.1.9	Estudio de suelos.	59
3.3.1.9.1	<i>Introducción.</i>	60
3.3.1.9.2	<i>Objetivos.</i>	60
3.3.1.9.3	<i>Alcance.</i>	60
3.3.1.10	Tramite al CONELEC.	62
3.3.1.11	Ejecución de observaciones CONELEC.	63
3.3.1.12	Estudio de impacto ambiental definitivo.	63
3.3.1.12.1	<i>Introducción.</i>	63
3.3.1.12.2	<i>Objetivos.</i>	64
3.3.1.12.3	<i>Alcance.</i>	64
3.3.1.13	Ruta aprobada.	67
3.3.1.14	Imposición de servidumbre.	67
3.3.1.15	Obtención de la licencia ambiental.	68
3.3.2	DISEÑO.	68
3.3.2.1	Conductor a utilizar.	68
3.3.2.1.1	<i>Cálculo de conductor a utilizar.</i>	70
3.3.2.1.2	<i>Calculo de cable de guardia a utilizar.</i>	77
3.3.2.1.3	<i>Calculo de OPGW a utilizar.</i>	79
3.3.2.1.4	<i>Resultado de conductor a utiliza.</i>	79
3.3.2.2	Diseño de puesta a tierra.	80
3.3.2.2.1	<i>Medida de la resistividad del suelo.</i>	81
3.3.2.2.2	<i>Clasificación de suelos por rango de resistividad.</i>	81
3.3.2.2.3	<i>Diseño de puesta a tierra.</i>	82
3.3.2.2.4	<i>Conexión a tierra.</i>	82
3.3.2.3	Estudio coordinación de aislamiento.	83
3.3.2.3.1	<i>Condiciones meteorológicas.</i>	87
3.3.2.3.2	<i>Hipótesis de sobrevoltaje a frecuencia nominal de transmisión.</i>	89
3.3.2.3.3	<i>Hipótesis de sobrevoltaje de maniobra.</i>	90
3.3.2.3.4	<i>Hipótesis de sobrevoltaje de origen atmosférico.</i>	92
3.3.2.3.5	<i>Contaminación atmosférica.</i>	95
3.3.2.3.6	<i>Altura máxima de la línea sobre el nivel del mar.</i>	97
3.3.2.3.7	<i>Distancia mínima a la estructura.</i>	97
3.3.2.3.8	<i>Diseño de aislamiento de la estructura.</i>	99
3.3.2.3.9	<i>Escoger tipo de aislamiento.</i>	99
3.3.2.3.10	<i>Número y tipo de aisladores.</i>	99
3.3.2.4	Diseño de estructuras tipo.	99
3.3.2.4.1	<i>Tipo de estructura.</i>	100
3.3.2.4.2	<i>Vano económico.</i>	101
3.3.2.4.3	<i>Apertura de pata.</i>	102
3.3.2.4.4	<i>Geometría de torre.</i>	102
3.3.2.4.5	<i>Hipótesis de carga sobre la estructura.</i>	103
3.3.2.4.6	<i>Estructuras tipo a utilizar.</i>	115
3.3.2.5	Ubicación de estructuras.	115
3.3.2.5.1	<i>Ubicación de estructuras en el perfil.</i>	117

3.3.2.6	Tabla de ubicación de estructuras.	118
3.3.2.7	Tabla de ubicación de estructuras.	119
3.3.2.8	Tabla de tendido y offset.	119
3.3.2.9	Tabla de cantidades.	120
3.3.2.10	Especificaciones técnicas de suministro y construcción.	120
3.3.2.11	Memoria de diseño.	121
3.3.2.12	Diseño de fundaciones tipo.	122
3.3.2.12.1	<i>Diseño de zapatas.</i>	123
3.3.2.12.2	<i>Diseño de grillas.</i>	123
3.3.2.12.3	<i>Diseño de vigas.</i>	124
3.3.2.12.4	<i>Diseño de fundaciones especiales.</i>	124
3.3.2.12.5	<i>Fundaciones tipo.</i>	124
3.3.2.13	Replanteo.	124
3.4	ORGANIGRAMA PERSONAL ENCARGADO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.	125
3.4.1	JEFE DE DISEÑO.	125
3.4.2	ESTUDIOS DE CAMPO.	127
3.4.2.1	Responsable EIA.	127
3.4.2.2	Responsable elección de la ruta.	128
3.4.2.3	Responsable topografía.	130
3.4.2.4	Responsable estudios de suelos.	131
3.4.2.5	Responsable licencia ambiental.	132
3.4.3	DISEÑO BÁSICO.	133
3.4.3.1	Responsable estudios electromecánicos.	133
3.4.3.2	Responsable diseño de fundaciones.	136
3.5	BIBLIOGRAFIA.	140
	CAPITULO 4.	142
	ANÁLISIS DE COSTOS PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.	142
4.1	INTRODUCCIÓN.	142
4.2	PRECIOS UNITARIOS.	142
4.2.1	COSTOS DIRECTOS.	143
4.2.2	COSTOS INDIRECTOS.	143
4.3	ANÁLISIS DE COSTOS PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.	144
4.3.1	MATRICES DEL PERSONAL, EQUIPO Y MATERIAL NECESARIOS PARA CADA ACTIVIDAD.	147
4.3.2	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.	155
4.3.3	RESUMEN DE LOS RESULTADOS.	157
4.4	CONTROLES DE EVALUCACIÓN.	159
4.5	DISEÑO TÉCNICO.	160
4.5.1	VISIÓN.	160
4.5.2	OBJETIVOS.	161

RESUMEN

El presente proyecto tiene la finalidad de aplicar la administración por procesos en el Diseño de Líneas de Transmisión, con el objeto de disminuir el tiempo, ordenamiento de las actividades, medir los resultados, buscar eficiencia, teniendo en cuenta la satisfacción del cliente en un servicio rápido y de calidad.

Con la aplicación de gestión de procesos en el Diseño de Líneas de Transmisión busca optimizar las actividades que agregan valor, controlar las actividades que no agregan valor, eliminar la duplicación, distribuir responsabilidades, definición de puestos de trabajo, nombrar responsables de cada subproceso, los encargados del desarrollo de cada actividad, reducir el tiempo, simplificar la ejecución del trabajo, implementar la implantación de formularios, establecer indicadores y medidores del proceso, incrementar la calidad al cliente.

El estudio contiene el despliegue de subprocesos, actividades y tareas que intervienen en el proceso de diseño de Líneas de Transmisión.

El proyecto cumple con los beneficios que para el proceso de diseño de una línea de transmisión involucra consideraciones de carácter técnico, jurídico, administrativo, económico.

Se realiza un análisis de todas las actividades involucradas en el proceso y se las separa en las actividades que agregan valor, las mismas que nos sirven para la estimación de costos en el proceso.

Se tiene un instructivo de ayuda para la realización de cada una de las actividades para ser implementados, con esto se tiene formatos para la entrega de los resultados, luego se puede valorar y aprobar el desarrollo de las mismas.

Con la aplicación de administración por procesos las empresas buscan la forma de mejorar e incrementar sus ganancias, ya que con esto se tiene un cambio rápido e inexorable.

No se debe dejar de lado el papel importante de la tecnología y la información, herramientas importantes en el proceso y de una empresa moderna.

PRESENTACIÓN

El sistema de Transmisión Eléctrica en el país tiene una importancia fundamental dentro del contexto de un sistema eléctrico, causado por el volumen de inversión que exige, así como la elevada responsabilidad que representa el realizar el diseño de una línea de transmisión que armonice las condiciones técnicas y económicas.

El presente proyecto tiene el objeto de ser una herramienta para mejorar el proceso de Diseño de Líneas de Transmisión.

Elaborar un diseño de una Línea de transmisión que contenga los pasos que se debe seguir tanto secuenciales, principales y secundarios.

Proponer en el proceso de una alternativa con la implementación de una organización de mando y control con una estructura flexible que permita responsabilidades y compromiso por parte del personal partiendo de la aplicación de administración de proceso en el Diseño de Líneas de transmisión.

Con la aplicación de administración de procesos se quiere lograr controlar y de ser posible eliminar innecesarias o que no agregan valor optimizando las que si lo hacen para mejorar la entrega de resultados y de tiempo, buscando mejorar la calidad, rapidez en el proceso de diseño de Líneas de Transmisión

Determinar las entradas, salidas del proceso, y el cliente para determinar la satisfacción del mismo con la entrega de documentos técnicos y económicos.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

El presente proyecto de titulación describe la aplicación de administración de procesos en el diseño de líneas de transmisión. En esta parte del documento se presenta una introducción del tema planteado, los antecedentes, los objetivos del proyecto, el alcance que se quiere obtener con el proyecto, y una explicación general de los capítulos subsiguientes.

1.1 INTRODUCCION.

La necesidad de transmitir energía eléctrica de las centrales generadoras a los sitios de consumo, hace imprescindible la planificación de nuevas líneas de transmisión. Luego de esto se debe efectuar un estudio detallado de diferentes alternativas del diseño para brindar un servicio eficiente a los consumidores y con el menor costo, tanto económico social y ecológico.

La expansión del sistema de transmisión es necesaria para atender el crecimiento de la demanda en forma confiable, para ello se realiza el estudio, monitoreo y manejo de contingencias a nivel preventivo y a nivel correctivo, para luego gestionar el diseño y la construcción de nuevas líneas de transmisión.

El sistema de Transmisión tiene una importancia fundamental dentro del contexto de un sistema eléctrico, causado por el volumen de inversión que exige, así como la elevada responsabilidad de realizar el diseño de una línea de transmisión que armonice las condiciones técnicas y económicas.

En la actualidad muchas compañías buscan la forma de cómo mejorar e incrementar sus ganancias por lo competitivo que son los negocios, uno de las

maneras de cumplir con estas metas es la aplicación de administración de procesos ya que con esto se tiene un cambio rápido e inexorable.

En un proceso de trabajo es indispensable buscar la eficiencia, la reducción de tiempo y el ordenamiento entre actividades, así como el cliente busca un servicio rápido y de calidad. La aplicación de administración o gestión por procesos en el Diseño de Líneas de Transmisión tiene esa finalidad y esas metas.

Con la aplicación de gestión de procesos en el Diseño de Líneas de Transmisión lograremos optimizar las actividades que agregan valor, controlar las actividades que no agregan valor, eliminar la duplicación, distribuir responsabilidades, definición de puestos de trabajo, reducir el tiempo, simplificar la ejecución del trabajo, incrementar la calidad al cliente.

Dentro de la gestión de proceso juegan un papel importante la tecnología y la información herramientas importantes en una empresa moderna, esta tiene que ser eficiente y eficaz en el desarrollo de este proyecto de tesis se busca cumplir estos objetivos.

La elaboración de un proyecto que cumpla con los beneficios que para el proceso de diseño de una línea de transmisión involucra consideraciones de carácter técnico, jurídico, administrativo, económico, de esta manera por la diversidad y complejidad de temas que existen debe ser interdisciplinaria y de grupos de trabajo.

Basándose en los anteriores criterios se desarrollo un instructivo básico, de ayuda para el ingeniero que se quiera dedicar al diseño de líneas de alta tensión, para optimizar el tiempo, obtener las características técnicas necesarias requeridas para un buen diseño y alta confiabilidad.

La falta de experiencia del autor en el desarrollo de diseños de líneas de transmisión se ha tratado de suplir recurriendo a publicaciones técnicas

especializadas en este campo como a ingenieros encargados de realizar el diseño de líneas de alta tensión en la empresa TRANSELECTRIC S.A.

1.2 ANTECEDENTES.

La expansión del Sistema Nacional de Transmisión se basa en departamentos: planificación, diseño y construcción de líneas de alta tensión. El diseño se ha venido desarrollando con costos relativamente elevados, con tiempos largos, con actividades que se repiten, esto por la falta de estrategias y alternativas.

Todo proceso de trabajo para que se mantenga vigente y produzca ganancias, requiere de actualizaciones, mejoras y correcciones, debido que está enmarcada dentro de ciertas limitaciones y dificultades propias de un trabajo, y de esta manera estar junto al mundo competitivo que nos rodea.

La aplicación de administración de procesos en el diseño de líneas de transmisión eléctrica busca ordenar las actividades y minimizar el tiempo en que se realiza el diseño de una determinada línea, y con esto mejorar la eficiencia del proceso.

1.3 OBJETIVOS.

Elaborar un diseño que contenga los pasos secuenciales, principales y secundarios que se debe seguir para el diseño de una línea de transmisión eléctrica.

Proponer una alternativa de organización de mando y control con una estructura flexible que permita responsabilidades y compromiso por parte del personal partiendo de la aplicación de administración de proceso en el Diseño de Líneas de transmisión.

Plantear una metodología de administración de procesos que sea aplicable al diseño de líneas de transmisión. Controlando y de ser posible eliminando las actividades innecesarias o que no agregan valor optimizando las actividades que si lo hacen en mejoras de tiempo. Para lograr mejorar la calidad, servicio y rapidez del desarrollo del diseño de líneas de transmisión de alta tensión.

1.4 ALCANCE

Brindar un documento de detalle para el ingeniero a cargo del diseño de líneas de transmisión, aplicando reingeniería de procesos, a partir de la información proporcionada por el departamento de planificación hasta la entrega de los resultados a el departamento encargado de la construcción, identificando los pasos que deben seguir para presentar una línea de transmisión factible de construcción, reparando en los detalles involucrados a lo largo del proyecto.

1.5 METODOLOGIA.

Un proceso es una serie de actividades relacionadas entre si que convierten insumos en productos.

Gestión de procesos es el diseño rápido y radical de procesos estratégicos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costo, calidad, servicio y rapidez.

Administración de procesos bien aplicada suministra productos buenos a sus clientes y garantiza el uso efectivo y eficiente de los recursos.

En el presente proyecto se busca mejorar el proceso de diseño de líneas de transmisión con la aplicación de reingeniería de procesos.

En primera parte en la aplicación de administración de procesos es la identificación o comprensión de lo que se hace en el diseño de una línea de

transmisión para esto se recopiló información de los ingenieros encargados del diseño en la empresa TRANSELECTRIC S.A.

A continuación se da una explicación general del contenido de los capítulos subsiguientes de este proyecto.

Capítulo 2 se presenta el por qué de la aplicación de administración de procesos, las ventajas que se tiene, se identifica los procesos, suministros, clientes, subprocessos, actividades que se realizan en el proceso de diseño de líneas de alta tensión.

En el capítulo 3 del presente proyecto se hace una descripción ordenada de los procesos y actividades a seguir en el diseño de líneas de transmisión. Así como también se ordena al personal que se encarga de cada actividad por jerarquías que existe entre ellos, con sus responsabilidades y compromisos.

En el capítulo 4 se presenta un análisis de costos unitarios que involucra las actividades que se sigue en el proceso de diseño de líneas de transmisión, una forma de cómo se puede controlar cada una de ellas dependiendo del número de kilómetros de línea que se vaya a diseñar y también se presenta una alternativa de solución al proceso con la aplicación de tecnología y información y la aplicación de reingeniería de procesos.

En el capítulo 5 se dan las conclusiones que se llegaron a tener de el proyecto, luego se adjuntan los anexos que sirven de ayuda para explicar el desarrollo del presente proyecto de titulación.

CAPITULO 2

REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

En este capítulo se realiza un análisis del por qué se debe aplicar la administración por procesos, se dan conceptos básicos, así como los beneficios que se puede llegar a obtener una empresa con la aplicación de administración por procesos aplicado en el caso particular a el diseño de Líneas de Transmisión.

Se hace una identificación de los subprocesos, entradas, salidas, actividades, que se requieren para la realización del Proceso de Diseño de Líneas de Transmisión, también se presenta la simbología que se utiliza en los capítulos subsiguientes para identificación de los mismos.

2.1 PROCESO.

2.1.1 INTRODUCCION.

El Sistema Nacional de Transmisión es la columna vertebral del sector eléctrico ecuatoriano y el elemento fundamental para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista.

Las organizaciones deben ser tratadas como un todo, el adecuado funcionamiento de cada uno de sus componentes es vital para el correcto funcionamiento de la misma, por tal motivo las partes deben trabajar en armonía y coordinación, no se puede trabajar desarticuladamente, trabajar por procesos nos permite trabajar coordinadamente. Adicionalmente cada una de las partes de la organización debe estar alineada en el cumplimiento de la visión a través de los objetivos estratégicos y operacionales.

En una estructura por procesos la organización busca crear valor en todas las actividades que realiza, entregando un servicio o producto que sea de entera satisfacción para el cliente (interno y externo)

Los procesos se consideran actualmente como la base operativa de gran parte de las organizaciones y gradualmente se van convirtiendo en la base estructural de un número creciente de empresas.

Los procesos son posiblemente el elemento más importante y más extendido en la gestión de las empresas innovadoras, especialmente de las que basan su sistema de gestión en la calidad total.

Los procesos tienen el objeto de la cooperación y van creando una cultura de empresa distinta, más abierta, menos jerárquica, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios.

En definitiva con la aplicación de administración de procesos se busca convertir a una empresa en una organización de alto desempeño, que mejore su desempeño tanto administrativo, técnico, financiero etc. y sea altamente competitiva.

Definamos lo que son procesos: "Secuencias ordenadas y lógicas de actividades de transformación que parten de unas entradas (informaciones en un sentido amplio) para alcanzar unos resultados programados, que se entreguen a quienes los han solicitado, los clientes de cada proceso [2.1]

Reingeniería de procesos se puede definir como "la reconsideración fundamental y el rediseño radical de los procesos de la empresa para conseguir mejoras espectaculares en medidas críticas, actuales, de resultados o rendimiento, como pueden ser la calidad, el servicio y la rapidez.

En la figura 2.1 se resume el concepto de proceso [2.2].

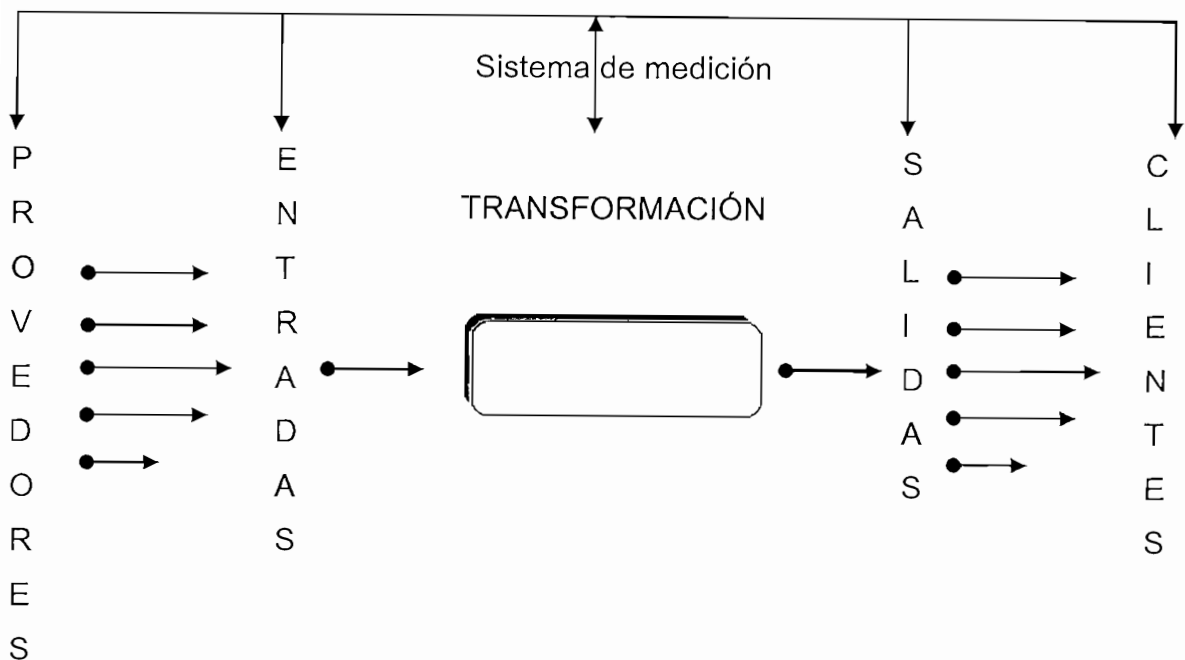


Figura 2.1 El concepto de proceso

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS.

Todos los procesos bien definidos y bien administrados tienen algunas características comunes entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Tienen a alguien a quien se considera responsable de aquella forma en la cual se cumple el proceso (responsable del proceso)
- Tienen límites bien definidos (alcance del proceso)
- Tienen interacciones y responsabilidades internas bien definidas
- Tienen procedimientos documentados, obligaciones de trabajo y requisitos de entrenamiento.
- Tienen controles de evaluación y retroalimentación cercanos al punto en el cual se ejecuta la actividad.
- Tienen medidas de evaluación y objetivos que se relacionan con el cliente.
- Tienen tiempos del ciclo conocidos

2.1.3 MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.

Una organización funcional tiene muchos beneficios y existe una estrategia disponible para aprovechar al máximo su efectividad, así como para garantizar que los procesos produzcan el máximo beneficio para la empresa. Esta estrategia se conoce como **Mejoramiento de los Procesos de la Empresa (MPE) (Business Process Improvement – BPI)**. Una parte importante del MPE consiste en asignar un equipo de trabajo a cada proceso crítico de la empresa.

¿QUÉ ES EL MPE?

El MPE se define como “una metodología sistemática que se ha desarrollado con el fin de ayudar a una organización a realizar avances significativos en la manera de dirigir sus procesos”. Además le permite tomar mejores decisiones y ponerlas en práctica con mayor rapidez también le ayuda a mejorar y controlar sus operaciones y permite mejorar el flujo de producción. El principal objetivo del MPE consiste en garantizar que la organización tengan procesos que: eliminen los errores, minimicen las demoras, maximicen el uso de los activos, promuevan el entendimiento, sean fáciles de emplear, sean amistosos con el cliente, sean adaptables a las necesidades cambiantes de los clientes, proporcionen a la organización una ventaja competitiva y reduzcan el exceso del personal.

El MPE garantiza el uso efectivo y eficiente de los recursos: medios, personas, equipo, tiempo, capital e inventario.

Los tres objetivos más importantes del MPE son:

1. Hacer efectivos los procesos, generando los resultados deseados.
2. Hacer eficientes los procesos, optimizando los recursos empleados.
3. Hacer los procesos adaptables, teniendo la capacidad para adaptarse a las necesidades cambiantes de los clientes y a las necesidades de la empresa.

El centrarse en el MPE le es de utilidad a la organización de varias formas:

- Le permite a la organización centrarse en el cliente.
- Le permite a la compañía predecir y controlar el cambio.
- Aumenta la capacidad de la empresa para competir, mejorando el uso de los recursos disponibles.
- Suministra los medios para realizar en forma rápida, cambios importantes hacia actividades muy complejas.
- Apoya a la organización para manejar de manera efectiva sus interrelaciones.
- Ofrece una visión sistemática de las actividades de la firma.

Utilidades Adicionales del MPE son:

- Mantiene a la organización centrada en el proceso.
- Previene posibles errores.
- Ayuda a la empresa a comprender cómo se convierten los insumos en productos.

LAS CINCO FASES DEL MPE.

Las cinco fases que comprende este sistema a saber son:

FASE 1. Organización para el mejoramiento

FASE 2. Comprensión del proceso

FASE 3. Modernización

FASE 4. Mediciones y controles

FASE 5. Mejoramiento continuo

2.1.4 LOS PROCESOS INSTRUMENTO DE TRABAJO PARA LA CALIDAD.

Los procesos para que sean verdaderamente herramientas de trabajo, primero deben elaborarse con base a lo que el cliente solicita, y con la participación directa de quienes hacen el trabajo, es decir, de los verdaderos expertos en lo que se hace en la empresa.

- Calidad es darle al cliente lo que solicita.

2.1.5 CONCEPTOS BÁSICOS SIMPLES DE ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS.

2.1.5.1 Definición de los límites preliminares.

La primera labor del responsable del proceso consiste en definir los límites inicial y final del proceso preliminar (es decir, dónde comienza y dónde termina). En otras palabras define las entradas y las salidas del proceso.

2.1.5.2 Límites finales del proceso.

Los límites del proceso definen los siguientes aspectos:

- Qué se incluye en el proceso
- Qué no se incluye
- Cuáles son las salidas del proceso
- Cuáles son las entradas del proceso
- Qué departamentos están involucrados en el proceso

2.1.5.3 Visión general del proceso.

Existen otros elementos de información que debemos comprender: quiénes son los proveedores de las entradas del proceso, quiénes son los clientes de las salidas del proceso, con que otros procesos se interactúa.

Las entradas y las salidas deben revisarse para tener la seguridad de que no se presenten inconsistencias u omisiones generales. Una vez que estos se hayan definido, pueden identificarse los proveedores y clientes.

Identificar los clientes y sus necesidades es fundamental para establecer las medidas del proceso, su identificación frecuentemente se convierte en una revelación. Para identificar sus clientes necesita averiguar quién recibe o quién se beneficia del output del proceso.

2.1.5.4 Los clientes del proceso.

Un cliente es cualquiera (persona, departamento interno u organización externa que recibe las salidas del proceso directa o indirectamente. Los clientes pueden estar dentro de la organización (clientes internos), fuera de esta (clientes externos) o estar de las dos maneras.

2.1.5.5 Tiempo del ciclo del proceso.

El tiempo del ciclo se define como "la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso". Este tiempo incluye el tiempo que se dedica a trasladar documentos, esperar, almacenar, revisar y repetir el trabajo.

2.1.6 COMPRESION DEL PROCESO.

2.1.6.1 Diagrama de flujo.

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas de las actividades que conforman un proceso. Entre las ventajas que presenta el realizar diagramas de flujo tenemos: la adaptación de los diferentes elementos en forma conjunta, por otro lado nos sirve para disciplinar nuestro modo de pensar y facilita la comunicación entre actividades.

2.1.6.2 Diagrama de Bloque.

Es el tipo más frecuente y sencillo de los diagramas de flujo y para su construcción usa símbolos estándares ampliamente reconocidos. Ayuda a identificar los departamentos y quien realiza las operaciones claves en el proceso

2.1.7 GESTIÓN POR PROCESOS.

La gestión por procesos es hacer compatible la mejora de la satisfacción del cliente con mejores resultados empresariales.

2.1.7.1 Objetivos.

- Aumentar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes.
- Acotar los plazos de entrega (reducir tiempos de ciclo).
- Mejorar la calidad y el valor percibido por los clientes.
- Incorporar actividades adicionales de servicio.

2.1.7.2 Características.

La gestión pro procesos tiene las siguientes características:

- Analizar las limitaciones de la organización funcional vertical para mejorar la competitividad de la empresa.
- Identificar las necesidades del cliente y orientarse a su satisfacción.
- Asignar responsabilidades a cada proceso.
- Evaluar la capacidad del proceso para satisfacerlos.
- Mejorar de forma continua su funcionamiento.

2.1.7.3 Beneficios.

Entre los beneficios que se determinan de la administración por procesos están:

- Mejorar la calidad del producto o servicio entregado al cliente
- Optimizar las actividades que agregan valor
- Eliminar o controlar las actividades que no agregan valor
- Reducir el tiempo y los costos, incrementar la calidad y servicio al cliente.
- Optimizar el uso de los recursos (personas, dinero, información, tiempo etc)
- Elimina la duplicación, crear simplificación, innovación, distribución de responsabilidades.

Adicionalmente este es un proceso en el que se buscará siempre el mejoramiento continuo.

Todo proceso es mejorable en si mismo, siempre se encuentra algún detalle, alguna secuencia que aumenta su rendimiento, los procesos han de cambiar para adaptarse a los requisitos cambiantes de mercados, clientes, nuevas tecnologías.

Para poder gestionar los procesos se debe realizar un despliegue detallado de los mismos, este despliegue puede comprender:

- ✓ El desarrollo en subprocesos, con las relaciones entre los mismos.
- ✓ La ficha de cada proceso y subproceso, con su objetivo, entradas y salidas, responsable, etc.
- ✓ Las matrices de relación de los procesos y subprocesos

2.1.7.4 Mejora de procesos.

Significa optimizar la efectividad y la eficiencia, para mejorar los procesos, debemos de considerar:

- a) Análisis de flujo de trabajo.
- b) Fijar objetivos de satisfacción al cliente.
- c) Desarrollar las actividades de mejora entre los protagonistas del proceso.
- d) Responsabilidad e involucramiento de los actores del proceso.

La mejora de procesos significa que los integrantes de la organización deben esforzarse en hacer las cosas bien siempre.

2.1.7.5 Innovación de procesos.

Por innovación de procesos, entendemos una reconsideración fundamental y el rediseño radical en los procesos de las organizaciones, alcanzando drásticamente, mejoras en las medidas críticas de resultados, tales como: costos, calidad, servicio, capacidad de respuesta, etc.

Por rediseño radical de nuestros procesos, entendemos el replanteamiento integral de la "forma en que hacemos las cosas", por lo que dichos procesos deben innovarse en la medida en que las condiciones del mercado, la competencia, los requerimientos del cliente y la globalización y la tecnología nos impongan como una necesidad latente.

2.1.8 ANALISIS DE VALOR AGREGADO.

Se basa en la evaluación del tiempo y recursos que consume una organización en actividades que agregan valor y que no agregan valor.

2.1.8.1 Valor.

Es la percepción que tiene un cliente sobre la capacidad de un producto o servicio de satisfacer su necesidad.

2.1.8.2 Actividades que agregan valor.

Son aquellas que convierten los recursos en productos o servicios consistentes con los requerimientos del cliente.

Las actividades que agregan valor real son aquellas que el cliente toma en cuenta a la hora de realizar su decisión de adquisición.

2.1.8.3 Actividades que no agregan valor.

Son aquellas que pueden ser eliminadas o minimizadas sin deteriorar la funcionalidad del proyecto o servicio, porque causan sobrecostos, sobretiempos, son cuellos de botella etc.

Las actividades que no agregan valor dentro del proceso en sí pueden ser eliminadas, siempre que no formen parte de otro proceso, como puede ser en la parte legal jurídica, financiera o las que sirven de apoyo al proyecto.

2.1.8.4 Análisis de valor.

En la figura 2.2 se tiene un diagrama de flujo explicativo de las actividades que agregan y no agregan valor a un proceso.

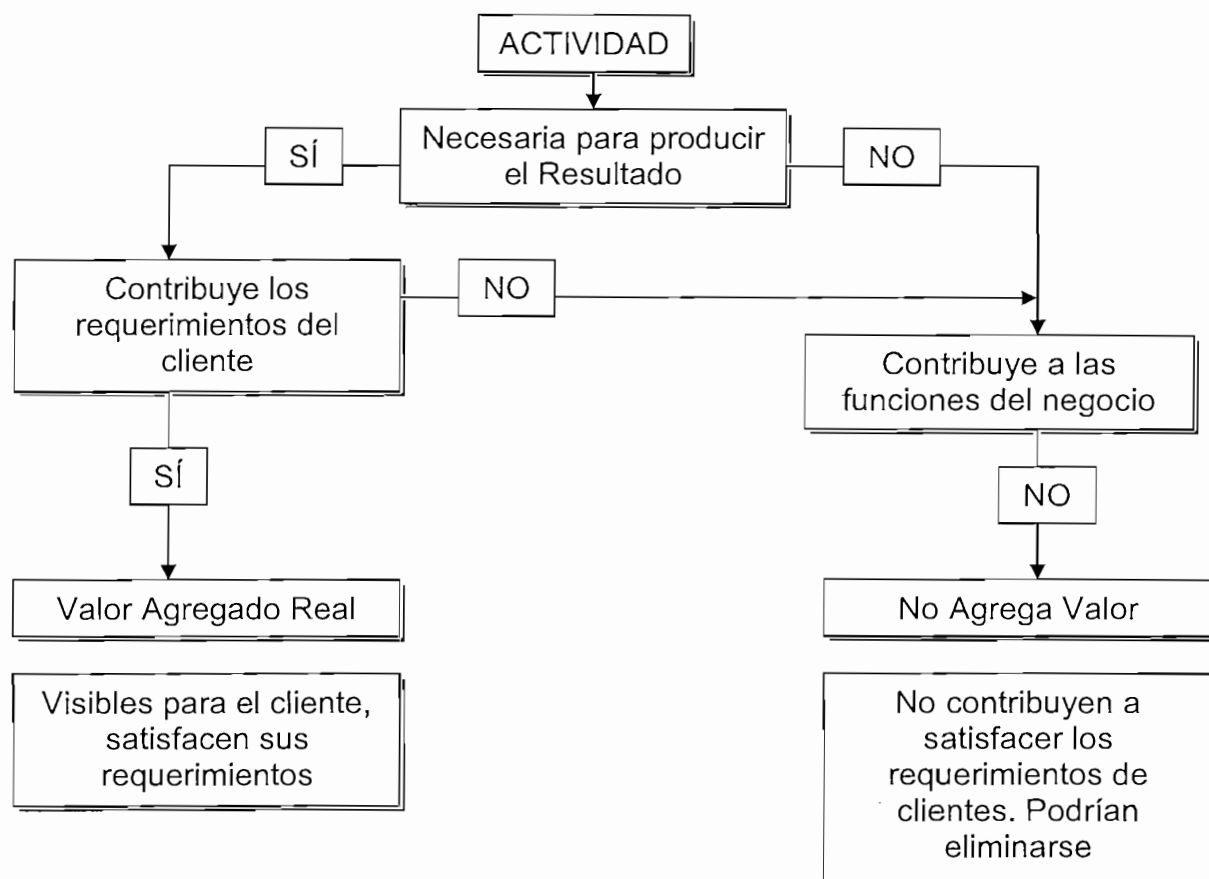


Figura 2.2 Análisis del valor

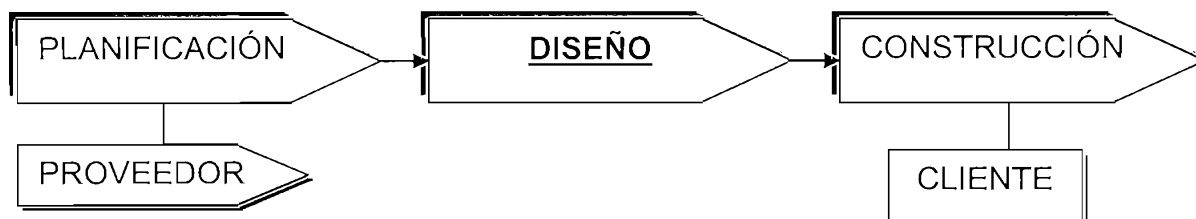
2.2 IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS, SUBPROCESOS, ACTIVIDADES, RESULTADOS, PROVEEDORES, ETC. EN EL DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

Aplicando la reingeniería de procesos en el diseño de líneas de transmisión se busca lograr mejoras como son:

- Mayor confiabilidad del proceso de Diseño de líneas de transmisión.
- Mejor tiempo de respuesta.
- Disminución del costo.
- Reducción de inventarios.
- Mayor satisfacción del cliente

- Incremento de las utilidades.
- Menor burocracia.

Para lograr la expansión de la red de transmisión se necesita seguir tres procesos que son:



2.2.1 PROCESO.

En el presente proyecto de titulación nos basaremos a desarrollar el proceso de diseño de líneas de transmisión.

2.2.2 RESPONSABLE.

Con el desarrollo del proyecto hemos llegado en el capítulo cuatro a definir los responsables de las actividades así como los requisitos que estos deben cumplir, sus responsabilidades y obligaciones dentro del proceso; el responsable de el mismo se lo ha denominado Jefe de Diseño .

2.2.3 ENTRADAS.

Las entradas o proveedores para el proceso de diseño de líneas de transmisión principal y técnicamente es el departamento de planificación y así se le tomara en el desarrollo del presente proyecto.

Pero no se puede dejar de lado que es necesario haber conseguido lo siguiente:

- Nuevas tecnologías y mejores indicadores de prácticas del sector.

- Requerimientos de entrega del servicio.
- Requerimientos de agentes.
- Predio (S/E).
- Observaciones a informe.

2.2.3.1 Planificación.

El departamento de planificación es el encargado de receiptar el plan de expansión, recopilar y procesar la información, preparar el plan de financiamiento del proyecto. Es el departamento en el cuál se define el cronograma inicial del proyecto aquí se determina las etapas de diseño, en sí se determina las ordenes de trabajo.

En las órdenes de trabajo debe constar:

- Características del proyecto.
- Cronograma.
- Flujo de caja.
- Descripción técnica del proyecto.
- Presupuesto referencial.

2.2.4 SUBPROCESOS.

Subproceso es una secuencia de flujos trabajo, que forman parte de un macro-proceso, es decir que los subprocesos deben ser parte del proceso de Diseño de Líneas de Transmisión como un servicio final.

El proceso de diseño de líneas de transmisión se basa en los siguientes subprocesos:



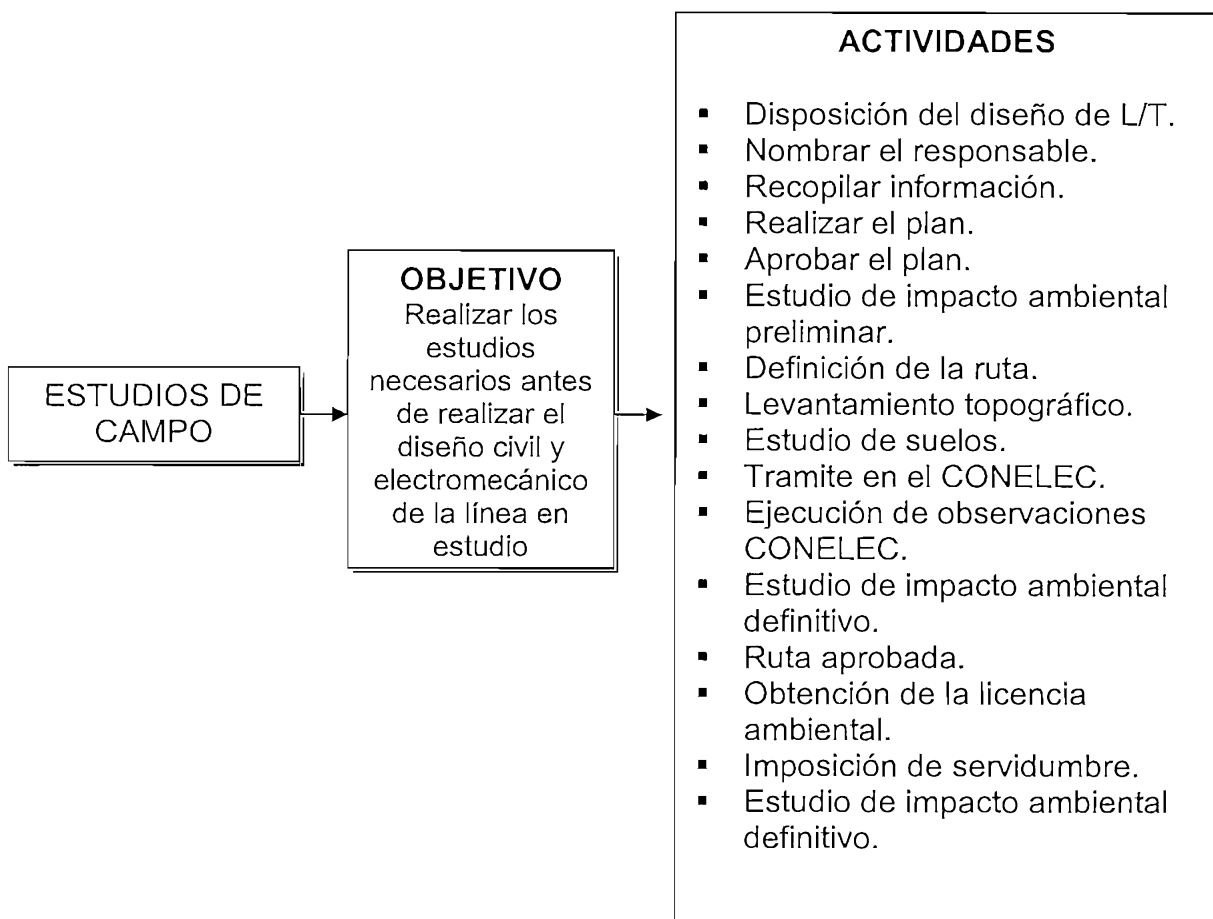
Estos subprocesos tienen sus respectivas actividades independientes o resultantes de una concatenación de cada uno, estos subprocesos necesariamente deben combinarse y trabajar en conjunto.

2.2.5 ACTIVIDADES EN EL DISEÑO DE L/T.

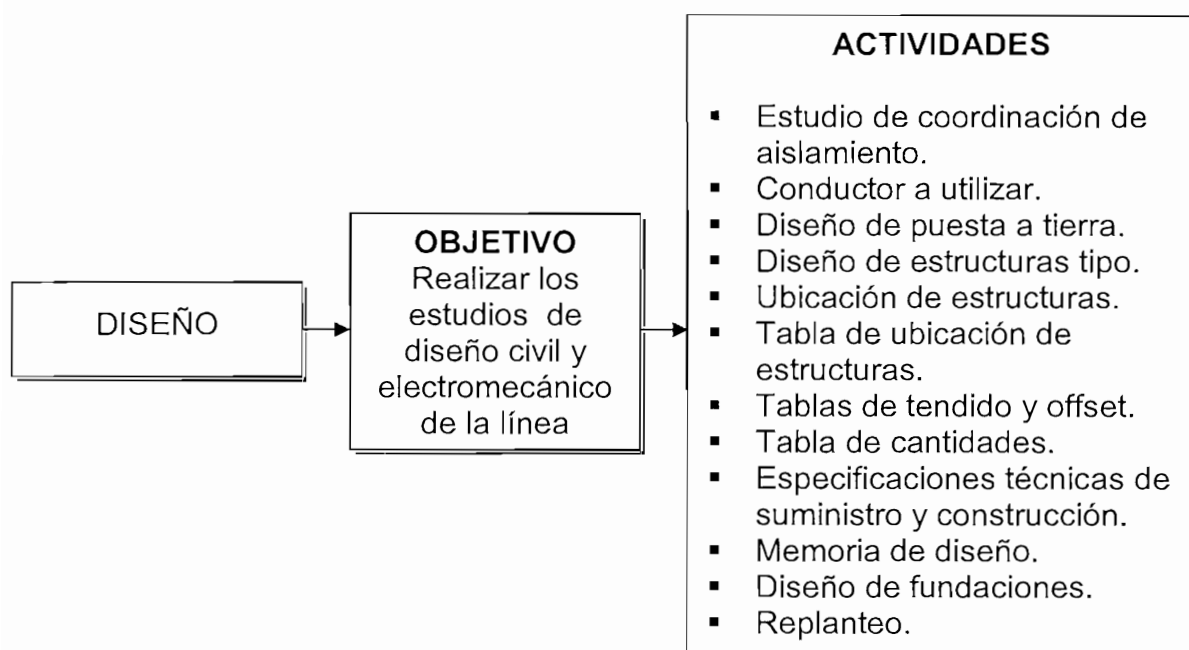
Las actividades son componentes de los subprocesos, generalmente son realizados por departamentos o unidades de trabajo.

Las actividades que se involucran en cada subproceso se detallan a continuación:

2.2.5.1 Actividades estudios de campo.



2.2.5.2 Actividades diseño.



2.2.6 RESULTADO.

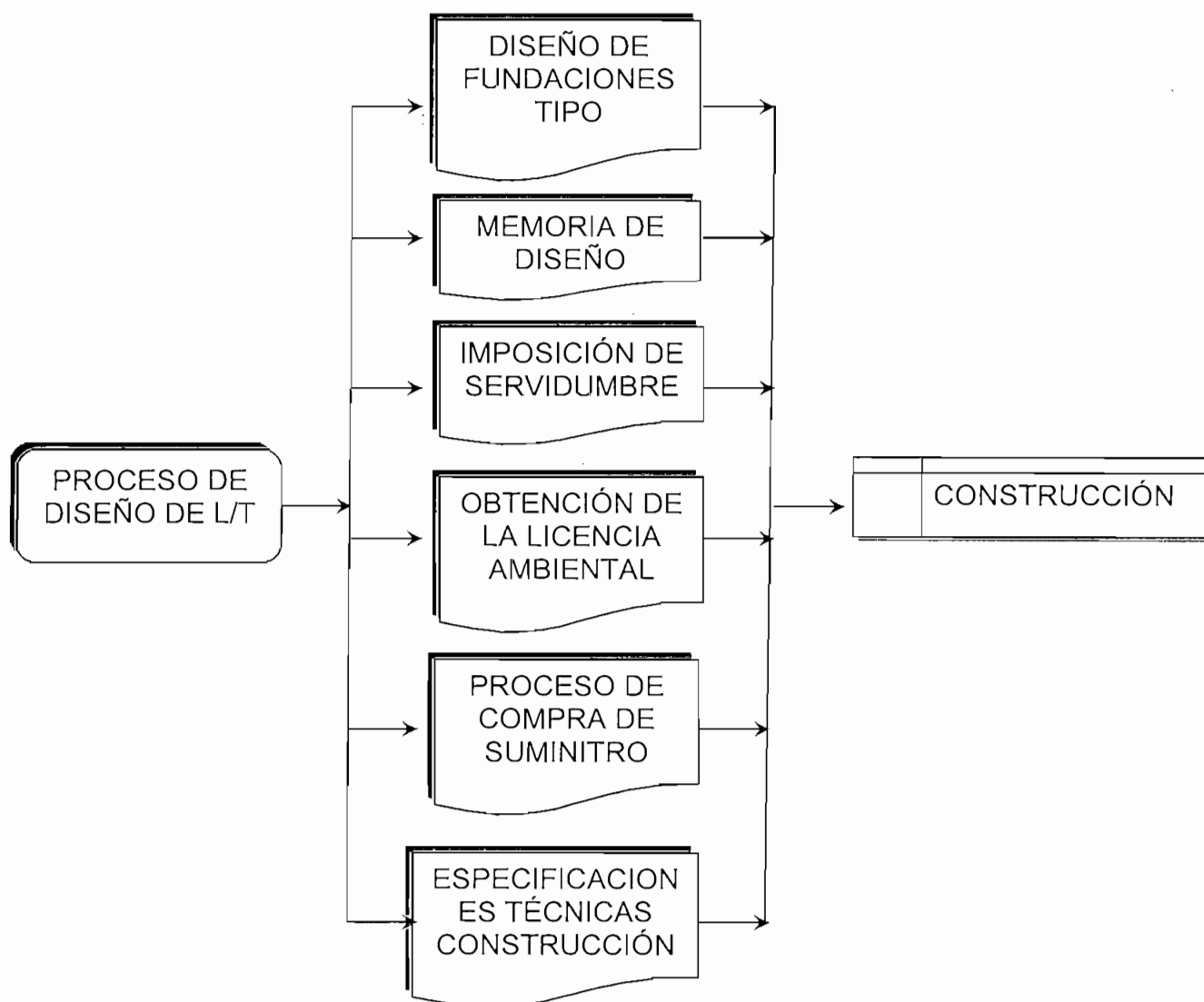
Al final de realizar el proceso de diseño de líneas de transmisión se quiere obtener los siguientes resultados los cuales serán entregados al encargado del proceso de construcción de la línea en estudio.

Los resultados son los siguientes:

- Plano de situación general a escala.
- Perfil longitudinal y planta de la línea a escalas
- Planos de detalle de las cimentaciones para cada tipo de apoyo y clase de terreno.
- Plano de anclajes y plantillas o en su defecto los datos necesarios para la correcta colocación de los anclajes o base del apoyo.
- Plano de tomas de tierra.
- Planos de apoyos.
- Tablas de flechas y tensiones para los conductores y cables de guarda.

- Formación de cadenas de aisladores en las distintas composiciones, elementos de empalme, grapas, antivibradores, separadores, etc.

Estos resultados se encuentran incluidos o resumidos en el siguiente recuadro:



2.2.7 CLIENTE.

El cliente del proceso de líneas de transmisión es el departamento que se encargara de la construcción.

En construcción se realiza lo siguiente:

- Define el equipo de trabajo.
- Se construye campamentos.
- Contratar personal.
- Contratar transporte y equipos.
- Ejecutar obra de acuerdo al cronograma.
- Fiscalizar la obra.
- Ejecución pruebas preliminares.
- Entregar proyecto.
- Liquidar proyecto.

2.2.8 SIMBOLOGIA.

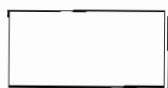
En el presente proyecto para mejor entendimiento del flujo de procesos que se esta siguiendo se utiliza la siguiente simbología.



PROCESO



SUBPROCESO



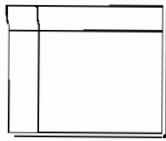
ACTIVIDAD



DATOS



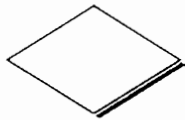
RESULTADO



CLIENTE



DIRECCIÓN



DECISIÓN

2.3 BIBLIOGRAFÍA

[2.1] J. R. Zaratiegui E.O.I. " La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa ". Economía Industrial N° 330 – 1999 / VI.

[2.2] Hernando Mariño Navarrete.. " Gerencia de Procesos". Edición y diagramación electrónica Alfaomega S.A.

[2.3] Michel Hammer y James Champy. " Reingeniería ". Edición original en Inglés, 10 East 53 rd Street, New York , NY 10022.

[2.4] Jorge Baque Maldonado. " Análisis y Reingeniería de Procesos

[2.5] Raymond L. Manganelli y Mark M. Klein. Traducción Jorge Cárdenas Nannetti, " Cómo Hacer reingeniería ". Grupo Editorial NORMA. Barcelona.

CAPITULO 3

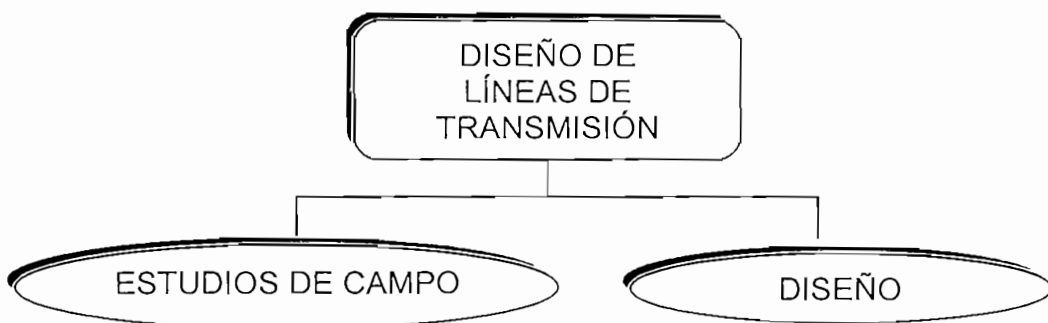
INSTRUCTIVO PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

En este capítulo se detalla un instructivo a seguir en el proceso de diseño de Líneas de Transmisión Eléctrica, se establecen los requerimientos necesarios para empezar cada actividad, el procedimiento que se debe ejecutar y los resultados que se obtienen.

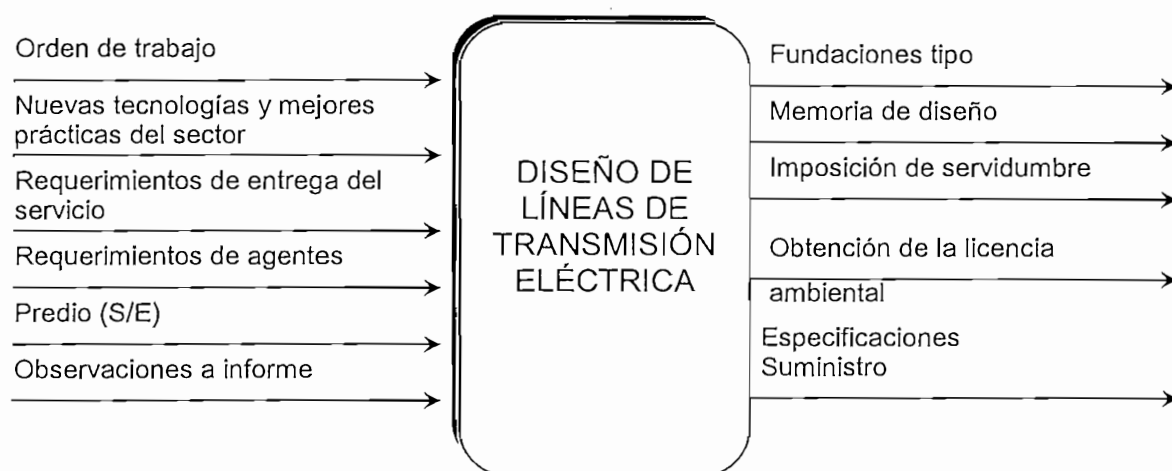
3.1 PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

El proceso de diseño de líneas de transmisión tiene por objeto determinar la ruta, así como las características técnicas de una línea de transmisión, tales como: tipos de torres, altura, materiales a utilizarse en torres, cables, fundaciones, distancias mínimas de seguridad y aislamiento.

El proceso de diseño de líneas de transmisión lo subdividiremos en dos subprocesos: el primero lo denominaremos estudios de campo, y el segundo diseño básico.



Las entradas y salidas que se obtienen con la aplicación del proceso de diseño de líneas de transmisión son las siguientes:



3.2 MAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

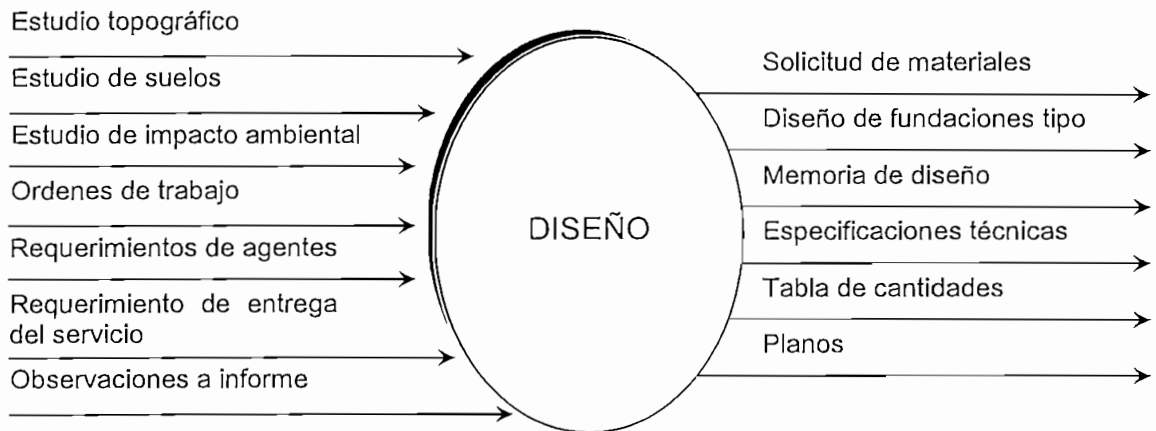
3.2.1 ENTRADAS Y SALIDAS SUBPROCESO DE ESTUDIOS DE CAMPO.

Para empezar con el desarrollo de las actividades del subproceso de estudios de campo es necesario tener los siguientes requerimientos y documentos y luego de su desarrollo se obtienen los siguientes resultados

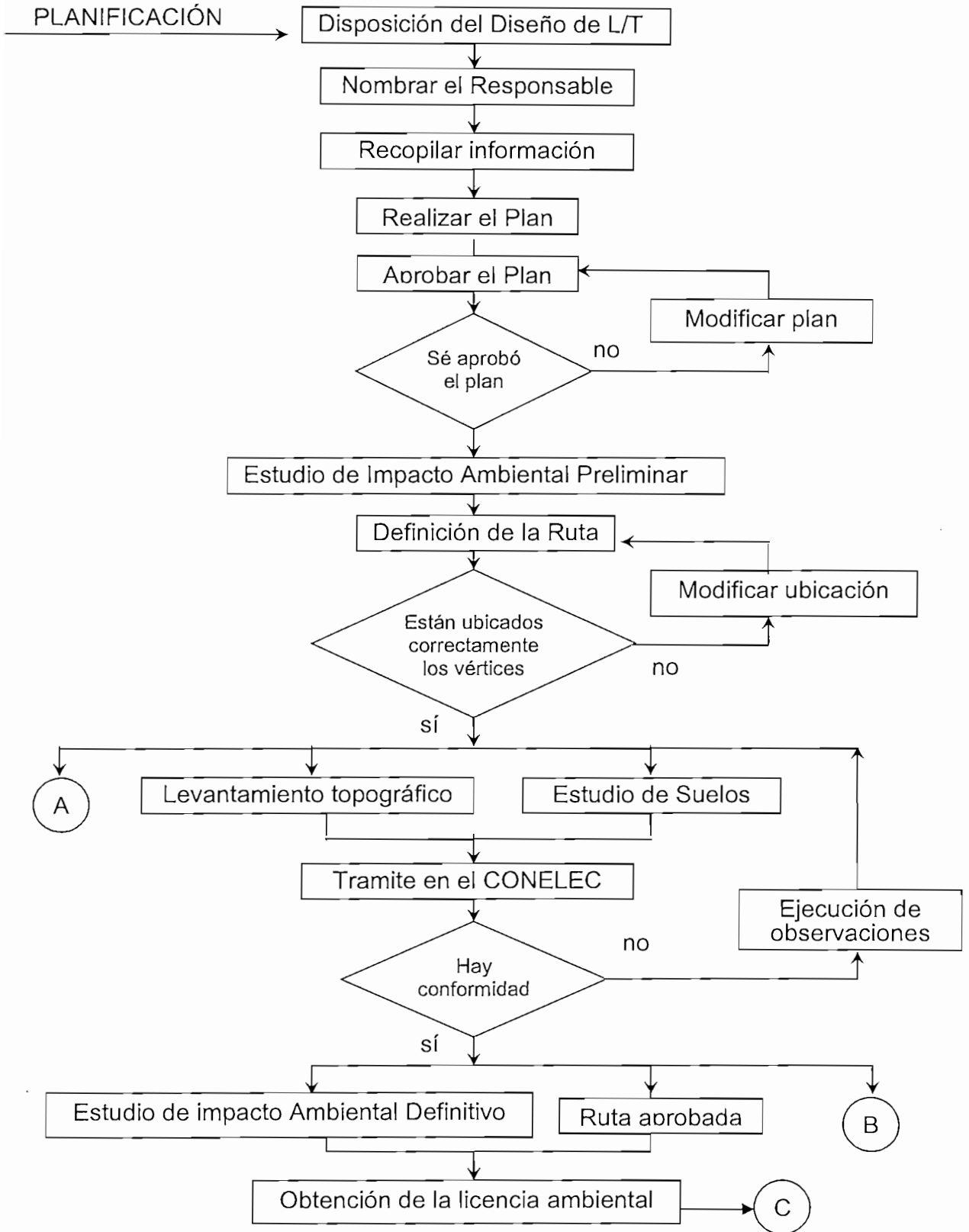


3.2.2 ENTRADAS Y SALIDAS SUBPROCESO DE DISEÑO.

Para la elaboración de los documentos y actividades que se relacionan con el subproceso de diseño es necesario tener los siguientes documentos y obtendremos como actividades finales las siguientes:



3.2.3 FLUJO DE ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.



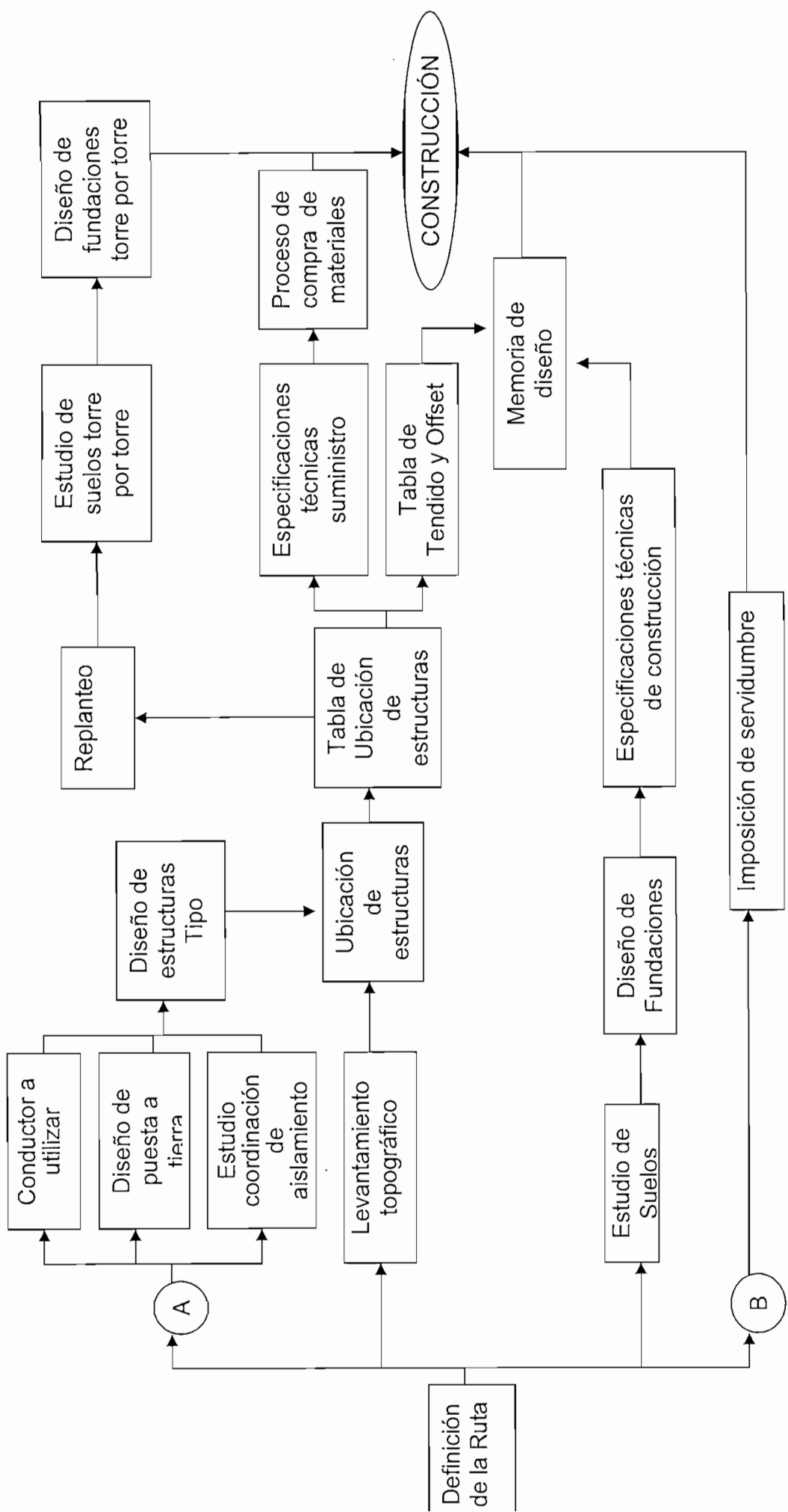


Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso de Diseño de L/T

3.3 INSTRUCTIVO PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

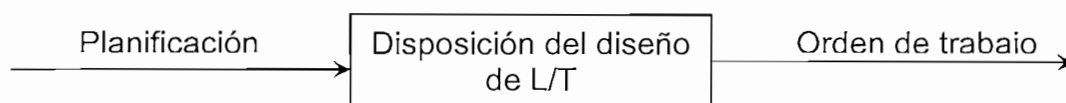
En esta parte del proyecto se da una breve explicación de lo que se realiza en cada una de las actividades del flujo antes expuesto, así como también se determina las entradas y las salidas de cada actividad como sus responsables.

3.3.1 ESTUDIOS DE CAMPO.

Antes de empezar con los el diseño básico de la línea se debe realizar este subproceso con sus actividades que son necesariamente obligatorias.

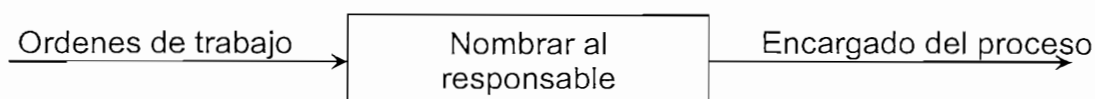
A continuación resumiremos lo que se realiza en las actividades de este subproceso:

3.3.1.1 Disposición del diseño de L/T.



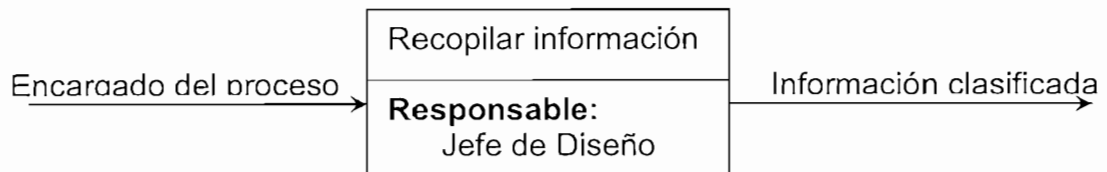
Luego de la aprobación del plan de Expansión de Transmisión por parte del Consejo Nacional de Electrificación, el departamento de planificación entrega los estudios, requerimientos técnicos del proyecto y requerimientos funcionales. Como resultado se tienen la orden de trabajo aprobada con esto se da la disposición de la línea, esta orden contiene: Datos técnicos generales (voltaje, S/E a conectarse, presupuesto con el que se cuenta, financiamiento, cronograma y flujo de fondos).

3.3.1.2 Nombrar responsable.



En esta actividad el gerente o jefe del área de líneas de transmisión es el encargado de ver la persona mediante merecimiento de acuerdo a un perfil, es responsable de la dirección del proceso de diseño. El perfil de la persona y sus responsabilidades se encuentra descrito en la sección 3.4.

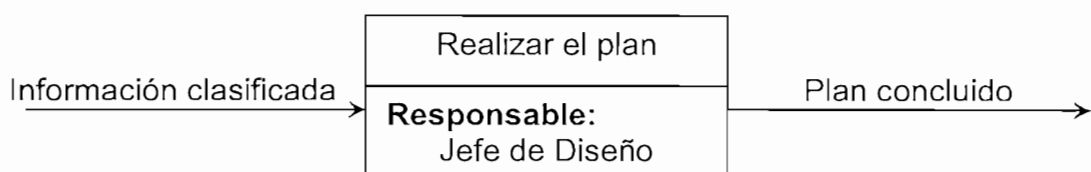
3.3.1.3 Recopilar información.



El jefe de diseño recopilar información referente al proyecto que se vaya ejecutar y la clasificará, esto puede ser:

- Planos topográficos.
- Mapas geológicos.
- Zonas protegidas.
- Fotos aéreas.
- Normas para diseño de L/T.
- Diseños anteriores.
- Requisitos técnicos.
- Información metereologica.
- Catálogos de conductores, aisladores y accesorios.
- Normas ASTM-IEC para acero estructural, conductores, aisladores y herrajes.
- Programas de aplicación.

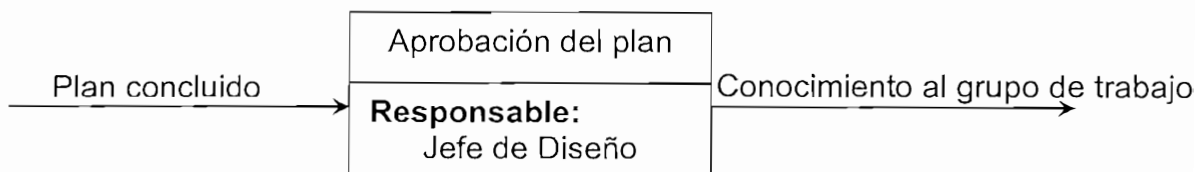
3.3.1.4 Realizar el plan.



El jefe de diseño se encargara de realizar lo siguiente para que el pln del proyecto sea aprobado:

- Cronograma valorado.
- Organigrama básico.
- Presupuesto.

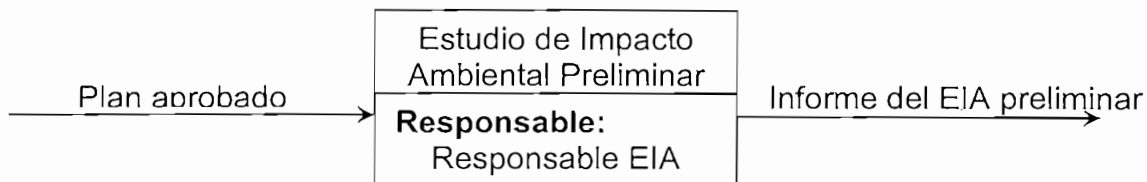
3.3.1.5 Aprobación del plan.



El jefe de diseño se encarga de llevar el plan concluido a los departamentos pertinentes para que este sea aprobado, si estos sugieren cambios al mismo, el encargado de realizarlos es el jefe de diseño.

3.3.1.6 Estudios de impacto ambiental preliminar.

Para la realización de los estudios de impacto ambiental es necesario cumplir con el Reglamento ambiental para actividades eléctricas y seguir el manual de procedimientos para el proceso de evaluación de impacto ambiental en el sector eléctrico que es editado por el CONELEC.



3.3.1.6.1 Introducción.

El estudio dará como resultado el establecimiento de una "Línea de Base sin Proyecto", que tendrá una descripción detallada y actualizada de los medios antrópico, biótico y físico, sustentada en material específico obtenido en la zona,

destacando los ecosistemas frágiles que pudieren verse afectados en las áreas de influencia directa o indirecta.

Del estudio se obtendrá un documento que presente la información necesaria para evaluar las condiciones ambientales existentes, destacando los ecosistemas frágiles que pudieren verse afectados en las áreas de influencia directa o indirecta; la identificación y descripción básica de los impactos ambientales significativos que ocasionará el Proyecto antes de la construcción y operación, y establecerá recomendaciones de alternativas ambientalmente convenientes del proyecto propuesto.

3.3.1.6.2 Antecedentes.

La Ley del Régimen del Sector Eléctrico, en el Art. 3.- Medio Ambiente, establece que previo a la ejecución de la obra, operación y retiro, debe ejecutarse una evaluación del impacto ambiental de los proyectos de transmisión eléctrica y los respectivos planes de mitigación y/o recuperación de áreas afectadas.

El Estudio de Impacto Ambiental Preliminar elaborado oportunamente, es el primer dato antes de realizar el diseño definitivo de la línea de transmisión, permitirá definir la ruta más conveniente técnica y ambientalmente, para lograr así optimizar el uso de los recursos naturales, así como también evitar problemas ambientales que afecten la vida útil del proyecto.

El estudio identificará y evaluará el tipo de población presente dentro del área de estudio; el número de viviendas y su densidad; el tamaño poblacional y densidad, crecimiento; calidad de vida, infraestructura básica y de servicios, así como la tenencia de la tierra.

3.3.1.6.3 *Objetivos.*

- Evaluar la situación actual de los recursos bióticos, físicos, socioeconómicos y culturales, de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, considerando alternativas si es del caso.
- Identificar, describir y evaluar de forma preliminar los impactos ambientales más significativos que potencialmente se producirán por efecto de la construcción del proyecto.
- Tomando como punto de partida la línea de base, analizar las ventajas y desventajas de las alternativas planteadas.
- Establecer un orden de prioridades a partir del cual se propondrá una alternativa que incorpore elementos técnicos y económicos.
- Establecer en forma general el Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto.
- Obtener la aprobación del estudio por parte del Consejo Nacional de Electrificación, CONELEC.

3.6.1.3.4 *Alcance.*

Para cumplir con los objetivos propuestos, el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar - EIAP -, deberá cumplir con lo estipulado en el Art. 26 del Reglamento Técnico Ambiental para las Actividades Eléctricas en el Ecuador, normado por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC.

• **Delimitación de las Áreas de Influencia**

Para la delimitación de las áreas de influencia se tomará en cuenta, entre otros aspectos, la infraestructura eléctrica existente - líneas y subestaciones,

presencia o no de áreas de protección ecológica y cultural, densidad demográfica, áreas de conflicto, cursos de agua, fragilidad geomorfológico.

- **Descripción General del Medio Ambiente**

La descripción general del estado actual del ambiente en el área objeto del estudio, permitirá conocer la situación en que se encuentran cada uno de los componentes ambientales al momento de realización del estudio.

Los componentes ambientales que se deben tomar en consideración son:

- ✓ **Componente Físico**

- **Climatología y Calidad del Aire.-** De acuerdo a los datos y registros que proporcionen las estaciones meteorológicas y pluviométricas en la zona de estudio, se procederá a:
 - Análisis de eventos climatológicos
 - Análisis y descripción del comportamiento de los elementos del clima - cuadros, figuras, diagramas, etc.
 - Identificación y análisis de factores de alteración de la calidad del aire.
- **Hidrología Superficial.-** Se describirán las cuencas atravesadas por el proyecto y se establecerá su tipo, número e importancia, así como los indicadores del posible impacto de calidad del agua, la modificación del nivel freático (de haberla), y las posibles inundaciones.
- **Suelos**

Vegetación y uso del suelo.- Mediante información secundaria y verificación de campo se determinará los tipos de vegetación y uso del suelo en el corredor de la línea. Se presentará un mapa actualizado de uso del suelo.

- Paisaje Natural.- Se identificará y caracterizará los paisajes naturales presentes en el área de estudio.
- Geología y Geomorfología

Sobre la base de la utilización de información secundaria y reconocimiento de campo, utilizando criterios tales como la forma de relieve terrestre y diferentes patrones fotográficos (tipología de la red de drenaje, textura, tonos), serán identificadas y delimitadas unidades y subunidades geomorfológicas (paisajes y subpaisajes), las que deberán ser caracterizadas en sus aspectos más relevantes.

La naturaleza del material rocoso (litología), y formaciones superficiales (substratos).

Morfología o formas de relieve, en las cuales se detallará el grado de disección o desnivel relativo, formas de la disección (formas de cimas y vertientes), distancia interfluvial y pendientes (grados de inclinación).

✓ Componente Biótico

- Ecosistemas

Se realizará una descripción y análisis general de los ecosistemas presentes en el área, mediante la sobreposición de información temática de los recursos físicos, bióticos y socio-económicos, para determinar el nivel de fragilidad de cada uno de ellos y la afectación directa o indirecta por efecto de la construcción del proyecto. Se identificarán áreas de riesgo.

- Ecología

El estudio ecológico utilizará la información del Uso Actual y Formaciones Vegetales, con el objeto de ubicar la cobertura vegetal natural existente,

para determinar la presencia de áreas especiales, como son bosques no intervenidos, humedales, etc. El estudio delimitará las zonas de vida presentes en el área del proyecto.

- Flora y Fauna

El estudio de la flora y la fauna terrestre se lo realizará mediante:

- Análisis de información existente en instituciones públicas y privadas sobre biología del área de estudio.
- Reconocimiento de campo de la flora y fauna del área, para establecer indicadores de calidad de ecosistemas y estado actual de ellos.
- Identificación de sitios especiales de importancia ecológica.
- Determinación de áreas bajo régimen especial.
- Se identificarán áreas de riesgo mediante el análisis de los ecosistemas naturales.

- ✓ Componente Socioeconómico.

El estudio identificará y evaluará el tipo de población presente dentro del área de investigación; el número de viviendas y su densidad; el tamaño poblacional y densidad, crecimiento; calidad de vida, infraestructura básica y de servicios, así como la tenencia de la tierra.

Se identificarán tramos sensibles o de conflicto entre la ruta seleccionada y zonas de actividad humana. Se describirán las medidas compensatorias o indemnizaciones a aplicarse.

Se identificarán también los valores culturales predominantes. Se realizará el "Reconocimiento o Prospección Arqueológica", investigación que deberá ser conocida, supervisada y aprobada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador (INPC).

- **Marco Legal e Institucional.**

Se tomará en cuenta aquellas leyes, reglamentos y normas que se relacionen con la protección ambiental y en forma específica con este tipo de proyectos.

- **Identificación y descripción de Impactos Ambientales.**

Se realizará un análisis para distinguir entre los impactos significativos, positivos y negativos, directos e indirectos, inmediatos y de largo alcance. Permite una priorización de impactos.

- **Plan de Manejo Ambiental Preliminar.**

Se esbozarán los programas de prevención, mitigación (manejo de desechos, participación ciudadana, capacitación ambiental, medidas compensatorias, monitoreo y seguimiento, seguridad industrial y salud ocupacional), contingencias (incendios, accidentes eléctricos, derrames de aceite, etc.).

- **Selección de la mejor Alternativa para la implementación del Proyecto**

En coordinación con la parte técnica, se definirá el corredor óptimo desde el punto de vista ambiental, económico y financiero, sobre el cual se realizará el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo y se justificará explícitamente la alternativa seleccionada.

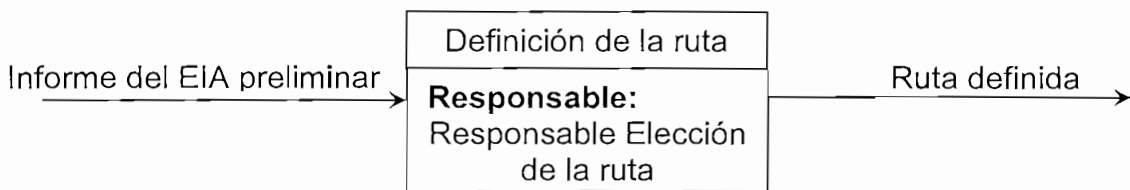
- **Presentación del Informe**

Se deberá presentar un Informe original y una copia que serán puestos a consideración del CONELEC.

El Informe contendrá lo siguiente:

- ✓ Índice.
- ✓ Resumen ejecutivo.
- ✓ Desarrollo del informe.
- ✓ Fotografías.
- ✓ Glosario.
- ✓ Bibliografía.
- ✓ Anexos.
- ✓ Mapas técnicos.

3.3.1.7 Definición de la ruta.



3.3.1.7.1 Objetivo.

Definir la ruta óptima desde el punto de vista ambiental, económico y financiero.

3.3.1.7.2 Antecedentes.

Una vez realizado el estudio de impacto ambiental preliminar por donde pasará la línea, es necesario tener un dibujo a escala lo suficientemente grande que muestren toda clase de caminos, pueblos cuencas, montañas cordilleras vías férreas, puentes, esto requiere de visitas en el terreno como por aire.

Es necesario plantear dos o más alternativas de la línea las cuales pueden tener tramos comunes, pero es necesario evaluarlas técnico y económicamente.

El planteamiento debe considerar:

- Seleccionar la ruta más corta posible.
- Recorrido lo más próximo a las vías existentes.
- Aprovechar otros derechos de paso.
- Evitar suelos blandos o frágiles.
- Evitar recorridos paralelos a líneas telefónicas.
- Conservar el ambiente.
- Evitar zonas pobladas.
- Evitar zonas de contaminación.
- Reducir el cruce con obstáculos y otras instalaciones.
- Proyectar la menor cantidad de vértices posibles.

Durante el planteamiento de alternativas de ruta se debe contar con la asesoría de un geólogo a fin de tener en cuenta, y evitar, problemas geológicos superficiales.

- **Realizar el trazado preliminar de la ruta.**

Es necesario realizar visitas al terreno, esas pueden ser aéreas o terrestres, que serán de ayuda para las posibles variantes que puede tener la ruta de la línea.

Establecida la ruta, se materializarán en el terreno las alineaciones correspondientes de vértices mediante estacas de madera de buena calidad varillas de hierro, realizando el trazado preliminar de la línea.

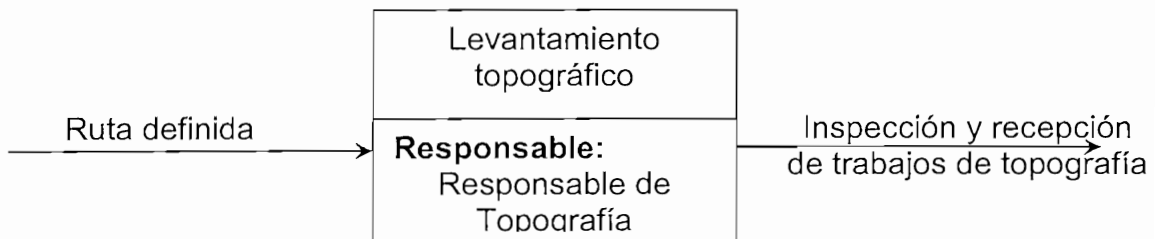
Se introducirán y alinearán los vértices con la utilización de un GPS de alta precisión, o cualquier otro método previa aprobación del diseñador.

- **Materialización de vértices.**

Para materializar la ruta, se efectúa el estacado del eje con estacas de madera de buena calidad, las estacas deberán quedar a ras del terreno para evitar su destrucción o pérdida y también deben ser pintadas para una mejor visualización.

Estas mismas estacas servirán de estaciones de teodolito, en su itinerario de levantamiento del perfil.

3.3.1.8 Levantamiento topográfico.



3.3.1.8.1 Objetivo.

Presentar un estudio que contenga una descripción detallada y actualizada del perfil de la línea tanto longitudinal como paralelo, planimetría, levantamientos especiales, los cruces de caminos, levantamientos especiales de subestaciones.

3.3.1.8.2 Alcance.

Los trabajos de topografía deben llegar a lo siguiente: materialización de la ruta definitiva, estacado y monumentación, levantamiento topográfico del perfil longitudinal de la línea, planimetría, replanteo, digitalización, Levantamiento de catastro de los propietarios, cálculos, planos y recepción de los trabajos.

3.3.1.8.3 *Antecedentes.*

Con la información de la ruta se procede a realizar cada una de las actividades de topografía que describiremos a continuación:

- **Alineación de vértices e introducción de vértices adicionales [3.9].**

Establecer la alineación de vértices utilizando una poligonal primaria, base para la alineación de vértices.

Se introducirán y alinearán los vértices con la utilización de un GPS de alta precisión, o cualquier otro método previo aprobación del diseñador.

La alineación de un vértice a otro, puede llegar con un desplazamiento no mayor que 50 cm. para tener una mejor precisión en los trabajos. En este caso el punto de llegada puede ser el nuevo vértice de la línea. [3.9]

Se deberá realizar el desbroce del suelo y el pre-estacado como primera alternativa.

LIBRETAS DE CAMPO

Todos los datos tomados directamente en el campo mediante la utilización de teodolitos y distanciómetros, serán registrados en forma clara y ordenada, en libretas de buena calidad o almacenamiento magnético, de tal manera que constituyan un registro permanente del levantamiento y su interpretación sea única y correcta.

Las libretas se numerarán en forma correlativa e indicarán en su primera página el nombre de la línea y el sector al que corresponden.

- **Amojonamiento y referencias.**

- ✓ Se procederá a la monumentación de los vértices definitivos, con hitos de hormigón de forma cilíndrica con diámetro de 20 cm. y 60 cm. de longitud con varilla de control al centro (visible 0,5 cm.). Se ubicará el hito exactamente, y se hormigonará en su alrededor la parte bajo el terreno, quedando visible 10 cm.; esta porción deberá ser pintada con pintura blanca y en su cara superior llevará la inscripción.

De las estacas:

- ✓ Para materializar la ruta definitiva de la línea, previo al levantamiento del perfil longitudinal, se efectuará el estacado del eje con estacas prismáticas de madera de buena calidad de 6 x 6 x 30 cm.
- ✓ Las estacas deberán quedar a ras del terreno para evitar su destrucción o pérdida y a distancias entre si no mayores de 200 m, a excepción del cruce de grandes quebradas o ríos, en los que deberá medirse la distancia entre un borde y otro y poner una estaca en cada uno.
- ✓ Todas las estacas de una misma tangente deberán quedar dentro de una sola alineación entre vértices, para lo cual deberán ser alineadas con la estación total, por el método de las dobles visuales, y llevar materializado el punto central de la alineación con un clavo.
- ✓ Estas mismas estacas servirán de estaciones para la estación total en su itinerario de levantamiento del perfil.
- ✓ El error máximo admitido en la alineación de dos estacas consecutivas no será mayor a 3 segundos.
- ✓ Cada 500 m aproximadamente a partir del vértice, en la estación de la estación total más cercana, se colocará en sustitución de la estaca de madera,

un hito de hormigón de dimensión mínima, 15 cm diámetro x 60 cm de longitud que deberá quedar a ras del terreno y llevar un clavo de control del centro de alineación.

De los hitos de hormigón.

- ✓ Cada uno de estos hitos estará ubicado de tal manera que exista una vista clara del mismo.
- ✓ Se pintará la cara superior de estos hitos, con pintura blanca y se marcará con números o letras para su identificación.

En los vértices:

- ✓ Todos los vértices definitivos tendrán dos referencias cuando menos, que faciliten su reposición exacta en caso de destrucción o pérdida.
- ✓ Las referencias adicionales para cada vértice se colocarán sobre un plano en que se indique algunos accidentes estables y fácilmente identificables del terreno, que no disten más de 50 m. del vértice. En todo caso deberá haber al menos dos y considerar como máximo cinco de estos accidentes por cada vértice.
- ✓ Donde el terreno no presente ningún accidente que se pueda utilizar para reubicar un vértice, se colocará un hito adicional hacia delante y otro hacia atrás del vértice en el eje de la línea, y a una distancia no mayor de 50 metros ni menor de 20 metros. Sólo en el caso de que el terreno no lo permita se ubicarán los hitos a menor distancia.

Nomenclatura de vértices, referencias, hitos y forma de ejecución.

- ✓ La pintura blanca y roja utilizada en los vértices e hitos serán resistentes y estables de tal forma que permanezca por lo menos dos años después de terminado el estudio.
- ✓ La señalización en los vértices e hitos se harán mediante la inscripción en bajo relieve con pintura roja de la nomenclatura correspondiente.
- ✓ Las estacas serán pintadas en su parte superior con pintura blanca, las letras y números serán hechos con pintura roja.
- ✓ Se utilizará para los vértices la siguiente nomenclatura: En una cara del hito el nombre de la línea de acuerdo a la siguiente forma: L/T P-C.
- ✓ En la otra cara del hito, la letra V seguida de un número de orden (VO1, VO2, VO3, etc).
- ✓ Para los hitos y estacas, se utilizará una letra de acuerdo a lo que se indica a continuación, seguida de un número de orden:

X para estacas o hitos fuera del perfil, como son traslados paralelos, etc.

P para estacas de perfil paralelo en caso de pendiente lateral.

Letras A, B, C, D, E, F, G, etc., menos la V, X y P, para señalar las estacas o hitos dentro de un sector de la línea. Así por ejemplo: si el trabajo de topografía de una línea se divide en cinco partes se podrán usar para cada una de ellas respectivamente las A, B, C, D y E.

Dentro de cada sector se ordenarán las estacas e hitos agregándoles un número de orden, ejemplo: A01, A12, A139, etc.

En una misma línea no se usará una misma letra para señalar las estacas o hitos de dos sectores diferentes. Cuando sea necesario hacer una variante en la línea, las estacas o hitos correspondientes usarán una de las últimas letras del alfabeto para evitar que queden repetidas por ejemplo: R, S, T, U, W, Y, Z.

En cada variante, entonces, las estacas tendrán una letra y un número de orden por ejemplo: Para la primera variante R01, R15, etc.

Para el caso de hitos de las referencias, se colocará la abreviación "REF" seguido de dos números que indicarán el vértice anterior y el vértice hacia el cual se divide la tangente, Eje: REF. 01-02.

- **Perfil longitudinal y perfil paralelo total de la línea.**

- ✓ Para la toma de datos del perfil longitudinal a lo largo del eje de la línea, se abrirá una trocha de máximo 1 m de ancho en los casos que sea necesario, tratando de causar el mínimo daño posible a plantaciones existentes, franja que permitirá únicamente el paso del equipo de medición y la visualización de la ruta de la línea.
- ✓ La distancia entre dos puntos tomados no será mayor de 30 m; en casos de quebradas, ríos, bastará tomar los puntos de los bordes que sean accesibles.
- ✓ Se tomarán puntos de relleno de manera que entre dos puntos del perfil no exista en el terreno un accidente de + 20 cm. de diferencia, respecto a la cota de interpolación.
- ✓ Se tomarán todos los puntos importantes por donde cruza el eje de la línea tales como bordes de caminos, líneas de telecomunicación, líneas de energía, canales de riego, linderos de propiedades, oleoductos, gasoductos, acueductos, etc. hasta una profundidad de 50 cm.

- ✓ Para caminos y canales se tomarán dos puntos para cada borde cuando menos, y se indicará el tipo e importancia de la vía o canal, además de la orientación que sigue.
 - ✓ En el caso de líneas para comunicaciones y de energía, se indicará la altura de los conductores más altos en el punto de cruce, el voltaje aproximado, el número total de conductores que lleva y la orientación aproximada.
 - ✓ Donde el terreno tenga una pendiente transversal al eje de la línea, mayor que el 10%, se tomará además un perfil longitudinal paralelo al central a una distancia de 4 m. y hacia el lado más alto.
 - ✓ Todos los puntos importantes, tales como vértices, estaciones para estación total, puntos de cruces con vías principales, tendrán coordenadas planas, y cota referida al nivel medio del mar.
 - ✓ Las tolerancias admitidas para todos los vértices y puntos de la línea a excepción de los vértices extremos de la línea, estarán dentro de la precisión exigida para el levantamiento taquimétrico.
 - ✓ Será parte del levantamiento los enlaces de nivelación taquimétrica a hitos del IGM, distantes no más de 1 km. del eje de la línea y no más de uno cada 10 km. Podrá alternativamente hacerse uso de la lectura directa del GPS.
 - ✓ El control de nivelación, podrá ser realizado a través de la utilización de GPS. La comparación de cotas se hará en los hitos del IGM; y no en los puntos de la línea.
- **Planimetría.**
- ✓ La planimetría comprende el levantamiento planimétrico de todas las instalaciones, obstáculos y más detalles que se encuentren en el terreno, tales como: construcciones, minas, fábricas, caminos, senderos, huellas, puentes,

canales de riego, líneas férreas y telegráficas, líneas de energía, aeródromo, además de los accidentes naturales como cerros, quebradas, pantanos, lagos, ríos, etc.

- ✓ Se levantarán también las cercas y matorrales que constituyan linderos de propiedades, debiendo anotar los nombres, direcciones de las propiedades, y, notas aclaratorias sobre el tipo de vegetación y sembríos existentes.
- ✓ La franja de planimetría a levantarse no será menor de 50 m. a cada lado del eje de la línea, excepto en el caso de aeródromos en que se tomará hasta a 2000 m. del eje de la línea o de antenas de radio las que se tomarán hasta 150 m. del eje de la línea.
- ✓ Cada uno de los obstáculos, instalaciones y caminos se identificarán debidamente con ángulo y distancia horizontales desde estaciones previamente definidas y establecidas, tomando varios puntos para cada accidente.
- ✓ En el caso de líneas telefónicas, se identificarán el número de hilos, a quien pertenece y que puntos une; en líneas de energía, el voltaje entre fases, que puntos unen y a quien pertenece; en caminos, la importancia, pavimentados, lastrados, senderos, huellas y que ciudades o pueblos unen; en ríos se indicarán su nombre y si son o no navegables y su posible nivel máximo; y, en construcciones, el tipo de construcción.
- ✓ En las pistas de aterrizaje, se indicará la importancia de la pista, y las cotas de los cabezales referidos a la cota adoptada para el perfil de la línea.
- ✓ Para la planimetría cuando menos se utilizarán las mismas estaciones de teodolito empleadas para el levantamiento topográfico del perfil. El orden de precisión estará dentro del orden de 1:500.

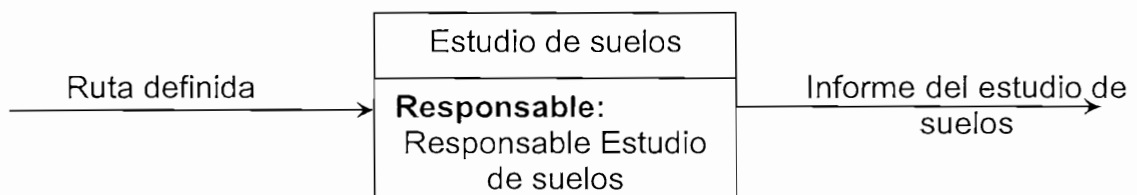
- ✓ La medida de ángulos horizontales y distancia para cada punto visado, se efectuará dos veces cuando menos.
- ✓ Se indicarán las características del terreno que cruza la línea tales como zonas de pantanos, inundación normal o esporádica, zonas en donde no es posible o conveniente la ubicación de una estructura, indicando la extensión de dicha zona y las razones que se hayan tomado en cuenta.
- ✓ En general se indicarán tanto en el perfil longitudinal como en la planta que va junto a dicho perfil, toda condición existente en el terreno que no permita ubicar una estructura en una determinada zona.
- **Procesamiento de la información y elaboración de planos.**
 - ✓ La "bajada" de datos de la estación total al computador se realizará mediante un software de topografía apropiado, que permita efectuar ajustes de la poligonal y la representación en forma gráfica del perfil longitudinal.
 - ✓ Los datos de las libretas de campo serán pasados a limpio después de haber sido calculados y comprobados y/o procesados con un programa computacional tipo CAD (Asistente Computacional para el Diseño) adecuado e impreso en original y copia.
 - ✓ Todos los cálculos tanto de perfil como del pre-estacado se llevarán a un cuadro denominado cuadro comparativo.
 - ✓ Se indicará también en las libretas los cálculos de coordenadas y cotas.
 - ✓ El perfil longitudinal será dibujado mediante el empleo de sistemas digitalizados, y debidamente impresos. Se usarán rollos de papel de 75 cm. de alto por 5 m. de largo. Las escalas serán: horizontal: 1:2500 y vertical 1:500.

- ✓ En las partes que corresponda se dibujará superpuesto al perfil longitudinal, el perfil paralelo con línea de segmentos, teniendo la misma cota base del dibujo.
- ✓ En la parte baja del perfil, se indicará el kilometraje de las estacas y de todos los puntos importantes por los que cruza el perfil, y las coordenadas planas de los vértices.
- ✓ En la parte superior del perfil se dibujará la planta de la línea con los detalles encontrados hasta una distancia de 50 m. A cada lado del eje.
- ✓ La planta se dibujará a escala a 1:2500 y deberá corresponder exactamente con el perfil.
- ✓ En el caso del uso de una estación total, todos los resultados solicitados en los numerales anteriores, serán entregados adecuadamente impresos.
- ✓ Se dibujará en el plano todos los detalles y accidentes del terreno que se hayan tomado en el campo, incluso aquellos a mayor distancia como antenas de radio, aeródromos, etc. Esta información se la hará constar en los formularios y contendrá por lo menos lo siguiente:
 - Los deslindes de los predios.
 - La longitud de línea que cruza cada predio.
 - El nombre del predio.
 - El nombre del propietario del predio.
 - Los vértices de la línea numerados, con el ángulo que forma la línea y con las coordenadas correspondientes y el kilometraje respectivo.
 - En el caso de aeródromos se indicarán las cotas de los cabezales y la distancia por el eje de la pista, desde ésta a la línea.
 - En el caso de antenas se indicará la altura de éstas y la distancia a la línea.

RESULTADO.

- **Inspección y recepción de trabajos.**
 - ✓ Se entregarán libretas de campo que contengan el pre-estacado, perfil longitudinal principal, perfil paralelo, planimetría y levantamientos especiales con los datos y resultados, preferiblemente en archivos tipo Excel. Las memorias de cálculo de coordenadas, cuadros comparativos, etc.
 - ✓ Planos de planta, perfil longitudinal con la planta correspondiente, planos de detalles, (cruces de caminos y otros importantes) y levantamientos especiales de subestaciones y otros sitios.
 - ✓ En caso de utilizar para los trabajos equipos de estación total, se deberán entregar en medio magnético (CD y/o diskettes) con toda la información registrada del levantamiento topográfico.
 - ✓ Una breve monografía que indique los aspectos técnicos más sobresalientes del levantamiento: vegetación, facilidades de acceso, ubicación de los vértices respecto a la población más cercana y cualquier otro aspecto que se considere de importancia para la construcción de la línea de transmisión.
 - ✓ En todo sector del perfil longitudinal de la línea que tenga un error en cota mayor que el permisible, deberá repetirse el trabajo hasta corregir el error.

3.3.1.9 Estudio de suelos.



3.3.1.9.1 *Introducción.*

El estudio de suelos dará como resultado un documento con los datos necesarios para conocer la calidad de ellos y evaluar las condiciones de cimentación en vértices. De igual manera, el estudio presentará recomendaciones sobre tipos de cimentación zonal, así como información sobre áreas de material de préstamo.

3.3.1.9.2 *Objetivos.*

Tiene como objeto conocer las características físicas y mecánicas del subsuelo, establecer los parámetros de resistencia mecánica que permitan determinar la capacidad portante del terreno en las zonas donde se instalarán las estructuras.

Permite diseñar las fundaciones tipo de los soportes de la línea.

3.3.1.9.3 *Alcance.*

▪ **Trabajos de Campo**

✓ Perforaciones

Con el plano del trazado de la línea de transmisión referida, en el que estarán señalados los sitios de investigación. Se realizarán perforaciones por percusión de hasta 6 (seis) m de profundidad o hasta que aparezca un estrato resistente, con una capacidad de carga de 1,00 kg./cm. La exploración se realizará mediante ensayos de penetración standard continua y recuperación de muestras. La prueba se efectuará en toda la longitud de la perforación, metro a metro.

Las muestras recuperadas en las pruebas de penetración deberán ser lo más representativas posible y si una muestra de este tipo incluye dos o más

estratos de suelo, cada uno de ellos se envasará por separado en fundas de polietileno convenientemente rotuladas.

La ejecución de los trabajos de penetración standard deberá hacerse de acuerdo a las normas ASTM 1586-67 o INEN CO. 0902301.

Las muestras inalteradas se obtendrán mediante tubos de pared delgada (SHELBY), introducidos a presión, en los cuales se recuperará un núcleo de 3" de diámetro y 18" de longitud.

Las muestras así obtenidas deberán sellarse con parafina en sus extremos, se rotularán, almacenarán y transportarán adecuadamente.

✓ Calicatas.

Son excavaciones a cielo abierto, en ellas se tomará una muestra inalterada proveniente de la base de la excavación. Las muestras serán cúbicas, colocadas y selladas en fundas de polietileno, guardadas en cajas de madera con un espacio similar al tamaño de la muestra y debidamente identificadas.

La calicata tendrá una profundidad de 2,0 m.

✓ Estudio de Material de Relleno de Fundaciones

Se tomarán muestras de suelos naturales en cada sitio de estudio, con el propósito de realizar ensayos proctor standard AASHTO T - 99.

▪ **Trabajos de Laboratorio.**

Las muestras recuperadas serán sometidas a ensayos de:

- ✓ Ensayos de clasificación.
- ✓ Compresión simple.

- ✓ Densidad natural.
- ✓ Ensayo triaxial.
- ✓ Consolidación.

▪ **Trabajos de Gabinete.**

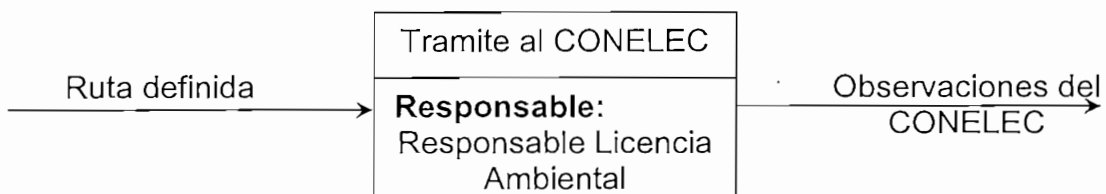
Se presentará un informe detallado de cada sitio estudiado, en el que se reportará lo siguiente:

- ✓ Registro de los Ensayos de Penetración Standard.
- ✓ Perfil Estratigráfico.
- ✓ Resultado de los Ensayos de Laboratorio solicitados.
- ✓ Determinación del nivel freático en cada sondeo (de existir).
- ✓ Capacidad Portante Admisible del suelo (q_u).
- ✓ Tipo de Cimentación a usarse.
- ✓ Cota de Cimentación necesaria.
- ✓ Croquis de Ubicación del sondeo.

▪ **Informe Final**

El resumen de los trabajos realizados se entregará en un informe donde se incluya las recomendaciones para el diseño de las cimentaciones y alternativas para la estabilidad del sitio de estructura.

3.3.1.10 **Tramite al CONELEC.**

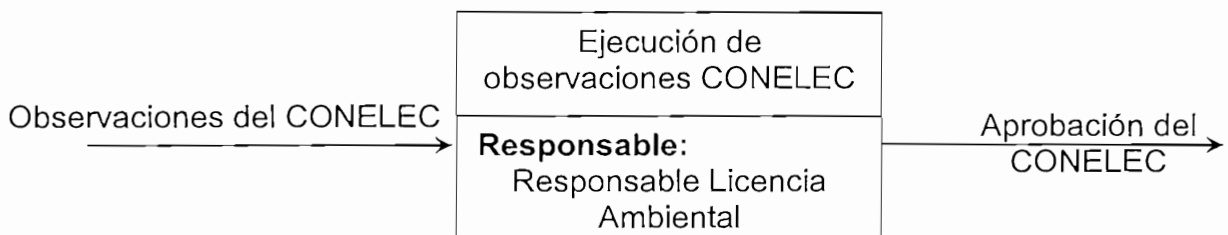


Luego de tener un informe del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) preliminar, del trazado de los vértices y la poligonal que une a los mismos este es

presentado al CONELEC para su respectiva aprobación. Este trámite se lo realiza para que el CONELEC emita la resolución de la imposición de la faja de servidumbre.

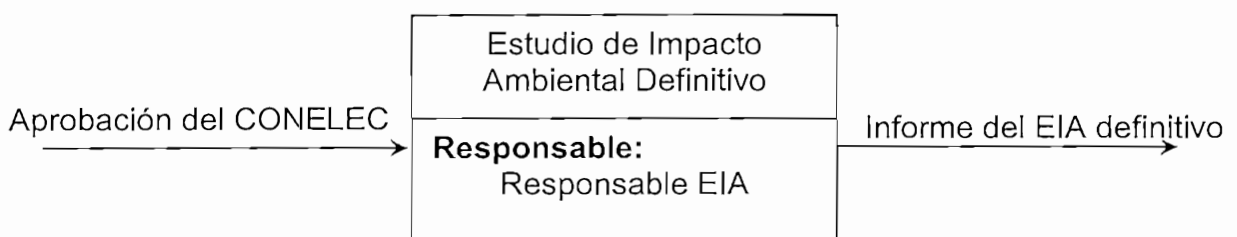
El CONELEC revisa el EIAP y el EIAD con el propósito de calificar su integralidad y calidad, informar respecto a los resultados de la calificación, resolver sobre la aprobación, modificación o rechazo de los estudios.

3.3.1.11 Ejecución de observaciones CONELEC.



El CONELEC realiza observaciones que estima necesarias a lo largo de la ruta de la línea. Luego de realizar las respectivas correcciones o de desvirtuar las observaciones se regresa al CONELEC para su aprobación definitiva.

3.3.1.12 Estudio de impacto ambiental definitivo.



3.3.1.12.1 Introducción.

El estudio de impacto ambiental definitivo debe cumplir lo dispuesto en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Art. 3.- Medio Ambiente, basándose en el estudio de impacto ambiental preliminar y las observaciones realizadas anteriormente.

3.3.1.12.2 *Objetivos.*

- Caracterizar las condiciones ambientales actuales del área de influencia del proyecto, realizar una identificación de los impactos ambientales que pueden surgir por las diferentes etapas del proyecto de construcción, operación y retiro, diseñar las medidas de prevención, control, mitigación y compensación, dentro del plan de manejo ambiental.
- Evaluar la situación actual de los recursos bióticos, físicos, socioeconómicos y culturales, de las áreas de influencia directa e indirecta de la ruta de la línea de transmisión eléctrica.
- Descripción detallada de las acciones de la obra en funcionamiento, que puedan producir impactos ambientales.
- Identificar, describir y evaluar los impactos ambientales más significativos que potencialmente se producirán por efecto de la construcción de la línea de transmisión.
- Valoración de los impactos positivos y negativos derivados de la instalación y el retiro de las instalaciones eléctricas.
- Elaboración del Plan de Manejo Ambiental con sus respectivos programas.
- Elaborar un estudio de campos electromagnéticos.

3.3.1.12.3 *Alcance.*

Para la elaboración del estudio es necesario realizar un análisis cartográfico de la zona, investigación bibliográfica y visitas técnicas, diálogos con las comunidades y sus representantes y una evaluación del estado actual de la superficie que será afectada por el proyecto.

En las visitas de campo a la trayectoria de la Línea de transmisión, se debe registrar e identificar la vegetación presente en el área, el número de especies que serán afectadas por el proyecto; identificar los caminos y brechas de acceso existente y el uso actual del suelo en los predios que cruzará la Línea de Transmisión, tomándose en cuenta las actividades socioeconómicas y tipo de población, apoyados mediante entrevistas con habitantes de los sitios aledaños al proyecto.

Para la determinación de la fauna silvestre se consideran los informes referentes a la distribución geográfica que tienen las especies dentro de la zona de estudio.

En lo que a Medio Físico (Clima, Calidad del Aire, Relieve, Uso del Suelo, Paisaje, Geología – Geotecnia, Geomorfología, Precipitación, etc), buena parte de la información proviene de información secundaria a través de visitas de campo, del informe de estudio de impacto ambiental preliminar, detallándose información sobre geología estructural y regional, tectónica, vulcanismo, sismicidad, geología de superficie, uso de suelo, cobertura vegetal, capacidad de uso de la tierra, geomorfología, estabilidad geomorfológica, clima, metrología, calidad del agua, hidrología, hidrogeología, calidad del aire, paisaje y vías de acceso.

El Medio Biótico incluye la clasificación de zonas de vida o bioclimáticas, especies de flora (cobertura vegetal) y fauna (mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, insectos) presentes, especies endémicas, especies amenazadas ó en peligro de extinción, ecosistemas, áreas bajo régimen especial.

El medio sociocultural incluye la descripción del componente socioeconómico del área de influencia directa por la construcción de la línea de transmisión (basado en entrevistas de campo), componente arqueológico (resultado del estudio de prospección arqueológica).

En la preparación del informe se tiene que incluir el análisis de leyes y reglamentos ambientales, así como el establecimiento de interrelaciones entre los procesos constructivos y de operación con el medio ambiente.

En el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo se tiene que considerar las características de los recursos, los análisis sobre las posibles alteraciones, la identificación de los posibles impactos ambientales a generarse durante el proyecto y su vida útil; proponer una serie de medidas con el objeto de prevenir y atenuar los impactos ambientales que se deriven de las actividades constructivas, así como el desarrollo de un plan de manejo ambiental a ser aplicado durante las etapas de construcción y operación de la obra.

▪ **Informe de EIAD.**

El contenido del estudio de impacto ambiental definitivo deberá estructurarse de acuerdo a lo siguiente.

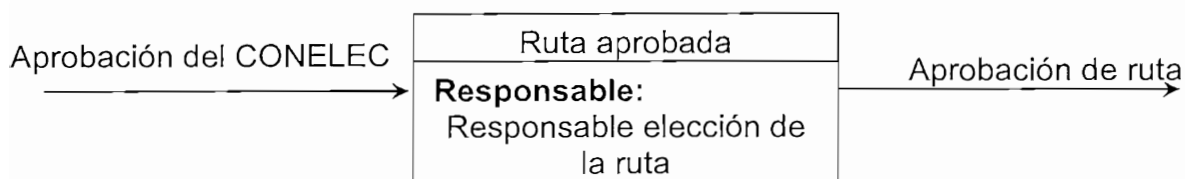
- a) Introducción.
- b) Antecedentes.
- c) Datos generales.
- d) Objetivos y alcance del proyecto.
- e) Metodología empleada.
- f) Descripción del proyecto.
 - ✓ Localización geográfica.
 - ✓ Descripción técnica.
- g) Definición del área de influencia.
- h) Línea base ambiental.
 - ✓ Descripción del medio físico.
 - ✓ Descripción del medio biótico.
 - ✓ Descripción del medio socioeconómico y cultural.
- i) Marco de referencia legal y administrativo ambiental.
- j) Identificación y evaluación de impactos ambientales.
- k) Plan de manejo ambiental.

- ✓ Programa de prevención.
- ✓ Programa de mitigación.
- ✓ Programa de medidas compensatorias.
- ✓ Programa de manejo de desechos.
- ✓ Programa de capacitación ambiental.
- ✓ Programa de monitoreo y seguimiento.
- ✓ Programa de participación ciudadana.
- ✓ Programa de seguridad industrial y salud ocupacional.
- ✓ Plan de contingencias.

Dentro del plan deben constar costos ambientales para implementación del mismo, el EIAD debe incluir un estudio de ampos magnéticos.

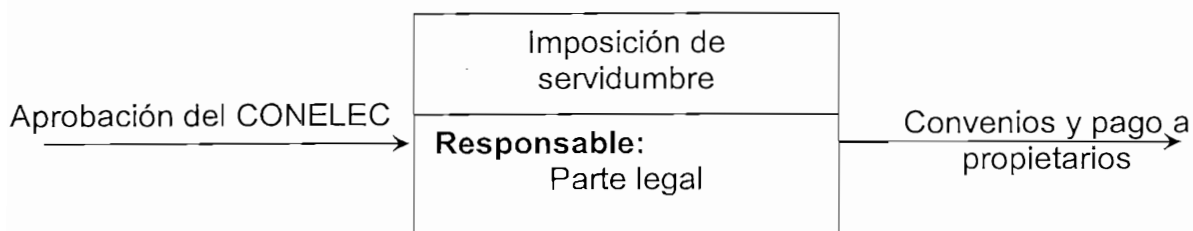
- l) Planos y anexos.
- m) Bibliografía.

3.3.1.13 Ruta aprobada.



En esta actividad se acoge los resultados dados por el CONELEC y se procede a gestionar la aprobación de la ruta. Es básicamente el resultado de la aprobación hecha por el CONELEC.

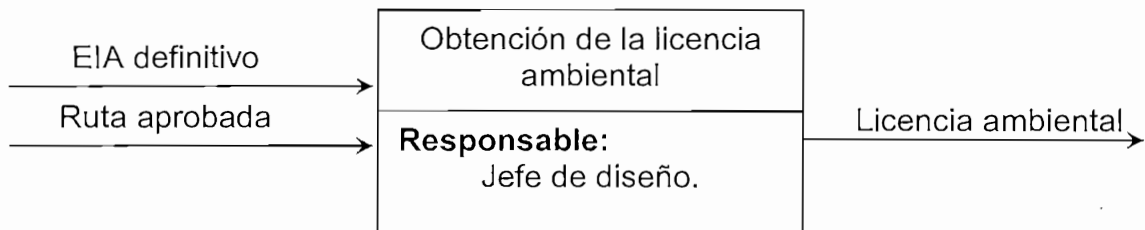
3.3.1.14 Imposición de servidumbre.



Esta actividad es realizada por personal que se encarga de la parte legal. Y se realizan lo siguiente:

- ◆ Tramite de obtención de la resolución de imposición de servidumbre.
- ◆ Notificación a propietarios.
- ◆ Evaluación de indemnizaciones.
- ◆ Establecimiento de convenios.
- ◆ Pago a propietarios.

3.3.1.15 Obtención de la licencia ambiental.



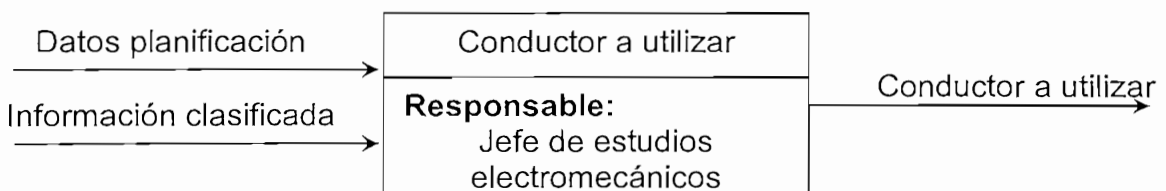
El jefe de diseño deberá tramitar, las autorizaciones, permisos y licencias que sean necesarias previa a la construcción del proyecto, ante municipalidades locales, Instituto de Patrimonio cultural y Ministerio de Medio Ambiente.

3.3.2 DISEÑO.

La realización del diseño electromecánico y civil de una línea de transmisión debe cumplir con los requisitos de seguridad, economía y eficiencia. Debe reducir el tiempo de puesta en servicio y definir de mejor forma el uso.

A continuación se da una breve explicación de lo que se debe realizar en cada una de las actividades.

3.3.2.1 Conductor a utilizar.



Esta actividad se encarga de presentar un informe de los estudios que se han realizado para determinar el material, formación y la sección del conductor que se va a utilizar en la línea.

El conductor es el componente que justifica la existencia de la línea, en rigor toda la obra se hace para sostenerlo, y entonces es válida la afirmación de que su elección acertada es la decisión más importante en el diseño de una línea

El objeto de esta actividad es el de lograr un diseño con mínimos costos de la obra teniendo en cuenta su construcción y funcionamiento durante un periodo dado.

La elección del conductor debe procurar minimizar el costo de las instalaciones de transporte de energía y las pérdidas de transporte de energía.

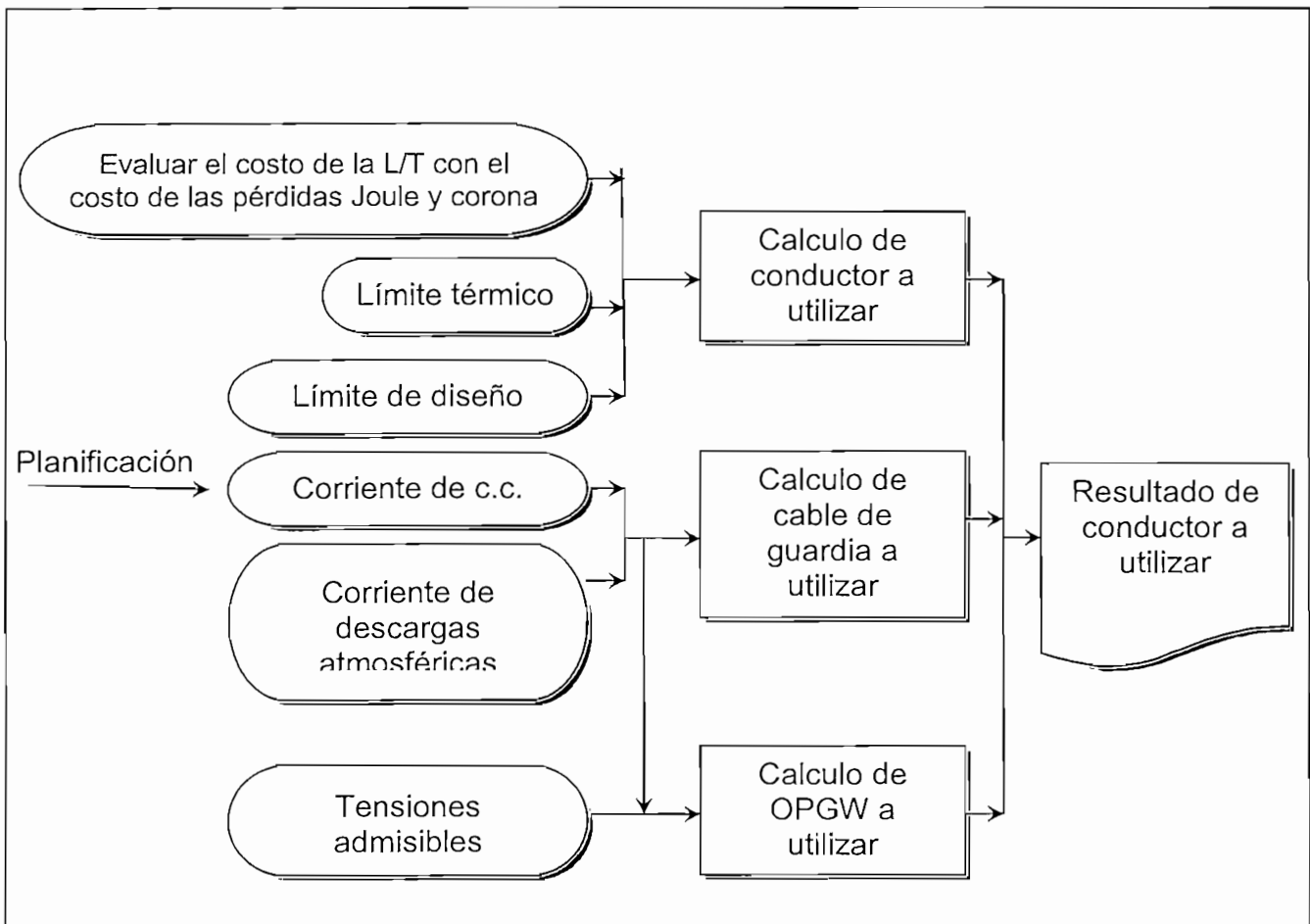


FIGURA 3.2 Diagrama Diseño del conductor a utilizar.

3.3.2.1.1 Cálculo de conductor a utilizar.

El departamento de Planificación debe proporcionar la capacidad de transporte [MW] requerida y el nivel de voltaje de la línea.

Para el diseño mecánico de los conductores se considera lo siguiente.

DATOS:

- **LÍMITE TÉRMICO** [3.3], [3.10].

Es el valor de corriente que puede soportar el conductor por tiempo indefinido sin que este sufra daños mecánicos irreversibles causados por el exceso de temperatura.

El cálculo de límite térmico se lo realiza con el fin de determinar la máxima capacidad de conducción de la Línea de Transmisión en condiciones normales y en condiciones de emergencia.

El calentamiento y disipación de calor en el conductor esta dado por la ecuación de Balance Térmico.

$$Q_c + Q_r = Q_s + I^2 R \quad (3.1)$$

Donde:

Calor de convección Q_c : disipación de potencia por convección

Calor de radiación Q_r : pérdida de calor por radiación

Calor debido al efecto solar Q_s : radiación incidente del sol

Calor $I^2 R$: calor debido a transmisión y resistencia del conductor

a) *Disipación de potencia por convección.*

La temperatura del ambiente varía en el conductor y con el tiempo.

Las pérdidas por convección se evalúan:

- A nivel del mar y sin viento

$$Q_c = 0.072 \times D_p^{0.75} \times (t_c - t_a) \quad \text{W/pie} \quad (3.2)$$

- Alturas sobre el nivel del mar y sin viento

$$Q_c = 0.283 \times \rho_f^{0.5} \times D_p^{0.75} \times (t_c - t_a) \quad \text{W/pie} \quad (3.3)$$

- Dependiendo del valor que tome la relación:

$$\frac{D_o \rho_f V}{\mu_f} \quad (3.4)$$

Si esta relación esta entre 0.1 y 1000,

$$Q_c = \left[1.01 + 0.371 \times \left(\frac{D_p \times \rho_f \times V}{\mu_f} \right)^{0.52} \right] \times k_f \times (t_c - t_a) \quad \text{W/pie} \quad (3.5)$$

Y si esta entre 1000 y 1800, se tiene:

$$Q_c = \left[0.165 \times \left(\frac{D_p \times \rho_f \times V}{\mu_f} \right)^{0.60} \right] \times k_f \times (t_c - t_a) \quad \text{W/pie} \quad (3.6)$$

Donde:

D_p = Diámetro del conductor, pulg

D_o = Diámetro del conductor, pies

ρ_f = Densidad del aire, lb/pie³

V = Velocidad del aire, pie/hora

μ_f = Viscosidad absoluta del aire, lb/hora.pie

t_c = Temperatura del conductor, °C

t_a = Temperatura ambiente, °C

$$t_f = \frac{t_c - t_a}{2} \quad ^\circ\text{C}$$

b) Pérdida de calor por radiación.

El calor por radiación se transfiere a través de ondas que viajan en el espacio, estas pérdidas se determinan:

$$Q_r = 0.138 \times D \times \varepsilon \times \left[\left(\frac{K_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{K_a}{100} \right)^4 \right] \quad \text{W/pie} \quad (3.7)$$

Donde:

ε = Coeficiente de emisividad que depende del conductor

	ε
Conductor nuevo	0.23
Conductor negro	0.91
Promedio aceptable para mediano estado de envejecimiento	0.5

K_c = Temperatura del conductor, °K

K_a = Temperatura del conductor, °K

c) *Radiación incidente del sol.*

Este efecto depende de donde este ubicada la línea.

$$Q_s = a \times q_c \times (\text{sen}\theta) \times A' \times h_r \quad \text{W/pie} \quad (3.8)$$

$$\theta = \cos^{-1}[(\cos H_c) \times \cos(Z_c - Z_e)] \quad (3.9)$$

Donde:

a = Coeficiente que depende del conductor.

Conductor	A
Nuevo	0.23
Negro	0.91
Promedio aceptable	0.5

A' = Área proyectada del conductor ($D/12$), pies²/pie de línea

H_c = Altitud del sol, grados sexagesimales

Z_c = Azimut del sol, grados sexagesimales

Z_e = Azimut de la línea de transmisión, grados sexagesimales.

q_c = Radiación total del sol, W/pie²

h_r = Factor por altura

θ = 90° , por estar en la línea equinoccial.

De la ecuación de límite térmico se tiene:

$$I = \sqrt{\frac{Q_c + Q_r - Q_s}{R}} \quad A \quad (3.10)$$

Donde la resistencia del conductor varía con la temperatura:

$$R = R_o [1 + \alpha(t_c - t_o)] \quad \Omega/\text{km} \quad (3.11)$$

R_o = Resistencia del conductor a 20°C , especificada por el fabricante,
 Ω/km

α = Coeficiente de temperatura para la resistencia de un material, $1/^\circ\text{C}$

t_c = Temperatura máxima admisible, $^\circ\text{C}$

t_o = Temperatura especificada por el fabricante

Con esto podemos encontrar la potencia que transmitirá la línea por límite térmico:

$$P_{3\phi} = \sqrt{3}VI\cos\phi \quad \text{MW} \quad (3.12)$$

- **LÍMITE DE DISEÑO.**

El límite de diseño nos proporciona que material se va a utilizar por ejemplo si se van a emplear conductores de aluminio o aleación de aluminio con o sin refuerzo de acero, superconductores o conductores para transmisión en DC si es el caso.

El refuerzo de acero deberá estar protegido contra la corrosión mediante galvanizado o aluminizado. La clase de galvanizado depende de la zona.

- **EVALUAR EL COSTO DE LA L/T CON EL COSTO DE LAS PÉRDIDAS JOULE Y CORONA.**

Se realiza un estudio de la línea de transmisión en lo que se refiere al costo que se obtendría por pérdidas de Joule y Corona, luego se relaciona este con el costo mismo de la línea.

Las dos pérdidas se reducen aumentando el diámetro del conductor ósea con un aumento de la sección.

a) *Pérdidas por efecto Joule.*

La corriente en los conductores provoca un aumento de su temperatura fenómeno conocido como efecto Joule.

Las pérdidas de potencia para las tres fases es:

$$P_{JT} = 3I_{m\acute{a}x}^2 R \quad (3.13)$$

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{\sqrt{3}NV \cos \phi} \quad (3.14)$$

- $I_{m\acute{a}x}$ = Corriente debida a la potencia máxima a transmitirse, A
- R = Resistencia del conductor a la temperatura máxima admisible
- $P_{m\acute{a}x}$ = Potencia máxima a transmitirse, kW
- V = Voltaje nominal de la línea, kV
- N = Número de conductores por fase
- $\cos \phi$ = Factor de potencia

- Costo de Pérdidas de potencia

Se considera las pérdidas de potencia en la línea de transmisión para cada año de vida útil, las mismas que dependen de la demanda y la potencia a transferir. Estos costos se determinan:

$$CPJ_n = 12 \times P_n \times C_{kW} \quad (3.15)$$

Donde:

CPJ_n = Costo de pérdidas por efecto Joule al año

P_n = Pérdidas de potencia en kW al año n

C_{kW} = Costo de potencia.

- Costo de Pérdidas de energía.

Estos costos debidos al efecto Joule se avalúan de la siguiente manera:

$$CEJ_n = 8760 \times PJ_n \times F_p \times C_{kWh} \quad (3.16)$$

Donde:

CEJ_n = Costo de pérdidas por efecto Joule al año

PJ_n = Pérdidas de potencia en kW al año

C_{kWh} = Costo marginal de la energía.

F_p = Factor de pérdidas

$$F_p = A \times F_c + (1 - A) \times F_c^2$$

F_c = Factor de carga

A = Constante de valor 0.15 para el Sistema Nacional Interconectado considerando un factor de carga de 0.6.

El costo total debido al efecto Joule es:

$$CTJ_n = CPJ_n + CEJ_n \quad (3.17)$$

b) Pérdidas por efecto Corona

El efecto corona en líneas de transmisión eléctrica se debe a la presencia del campo eléctrico y ocurre cuando el gradiente de potencial en la superficie de los conductores supera a la rigidez dieléctrica del aire.

- FACTOR DE SUPERFICIE.

Es conocido el efecto de concentración de cargas y por consiguiente de menores gradientes, que se producen en puntos o aristas existentes en conductores cargados, por esto es necesario que el conductor sea completamente liso.

- GRADIENTE DE VOLTAJE.

El gradiente de voltaje es la variable más importante por el papel que juega el valor de la intensidad del campo en la superficie del conductor.

Por tanto el gradiente del conductor debe ser mayor a ese valor para que no se produzca los fenómenos de ionización especialmente el fenómeno de avalancha.

Para determinar las pérdidas por Corona utilizamos la fórmula de Peek.

$$g_o = 21.1m \cdot \delta \quad \text{Gradiente critico kV(rms)/cm} \quad (3.18)$$

$$V_o = g_o r \ln \frac{D}{r} \quad \text{Tensión crítica (al neutro) disruptivo (kV)} \quad (3.19)$$

m = factor de superficie

δ = densidad relativa del aire

r = radio del conductor (cm)

D = distancia media geométrica entre fases (cm)

Las perdidas en el conductor son:

$$P_o = \frac{241}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{D}} (V - V_o)^2 \cdot 10^{-3} \text{ KW/km} \quad (3.20)$$

f = frecuencia (Herz)

V = tensión aplicada al neutro (kV)

El costo por efecto corona se halla:

$$\text{CEC} = \text{Energía anual kWh por km} \times \text{Costo anual en dólares por km}$$

3.3.2.1.2 *Calculo de cable de guardia a utilizar.*

Se instalarán cables de guardia a lo largo de todas las líneas que debe resistir las corrientes de corto circuito e interceptar los rayos que caen en la línea. El cable de guardia debe tener alta resistencia mecánica el ángulo de apantallamiento depende del tipo de zona por donde pase la línea.

El ángulo máximo de protección se elegirá de modo que limite a un valor aceptable el número de perturbaciones debidas a falla de protección de los cables de guardia en el caso de las descargas atmosféricas.

Entonces para el cálculo se debe tener en cuenta las corrientes de corto circuito y las corrientes de descargas atmosféricas.

▪ **CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.**

El dato de corriente de corto circuito se calcula en el proceso de Planificación, los cables de guardia deben resistir, durante 0.1 segundo la corriente máxima de corto circuito fase tierra prevista para la línea, sin que su temperatura se eleve a más de 200°C, considerando nula la disipación de calor del cable de guardia.

La corriente de corto circuito se evalúa con la siguiente expresión:

$$I_F = \frac{1}{n} I_G \left(\frac{R}{r + 2R + \sqrt{rR}} \right) \quad (3.21)$$

Donde:

I_F = Corriente que circula en el cable de guardia durante el cortocircuito,

n = Número de cables de guardia, depende del tipo de zona

I_G = Corriente de cortocircuito, A

R = Resistencia de puesta a tierra, Ω

r = Resistencia de la longitud del cable de guardia, Ω

Determinación de la corriente de cortocircuito I_G en el extremo de la L/T.

Se obtiene valores para las impedancias de secuencia positiva, negativa y cero del sistema eléctrico considerando a la S/E de llegada como una barra infinita. Con estos datos se obtienen los circuitos equivalentes para secuencia positiva, negativa y cero. Luego se puede calcular la corriente de falla I_G , y con esto I_F .

Con este valor de corriente se puede ir a tablas en donde se tenga valores de corriente para cortocircuitos por tiempo para varios materiales.

▪ **CORRIENTE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.**

Cada cable de guardia debe resistir, durante 0,001 seg., la corriente máxima prevista para las descargas atmosféricas de 100000 A. La temperatura del cable de guardia debe ser menor a su punto de fusión, considerando una disipación nula del calor del cable.

La corriente que circula se la puede calcular con la ecuación 3.21

Con este valor de corriente se puede escoger el material del cable de guardia de tablas de corriente por tiempo para descargas atmosféricas.

▪ **ZONAS**

Para el diseño de las Líneas de Transmisión en el territorio Ecuatoriano este se ha dividido en dos zonas:

- Zona 1: Corresponde a la costa y comprende los terrenos entre el Océano Pacífico y los faldeos de la Cordillera hasta una altura de 1000 metros sobre el nivel del mar.
- Zona 2: Corresponde a la sierra y comprende los terrenos desde 1000 metros hasta una altura de 3500 metros sobre el nivel del mar.

3.3.2.1.3 *Calculo de OPGW a utilizar.*

OPGW.

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio flexible, del espesor de un pelo, pueden usarse como los alambres de cobre convencionales. La mayoría de las fibras ópticas se hacen de arena o sílice y vidrio.

Se puede diseñar cables con mayor número de fibras, conociendo las dimensiones y características particulares que debe cumplir el cable.

El OPGW funciona como cable de apantallamiento, por tanto debe ser capaz de soportar la corriente de cortocircuito y la corriente de descarga atmosférica.

La importancia en la elección del conductor OPGW se radica en las características mecánicas y eléctricas que nos proporcione el cable.

RESULTADO.

3.3.2.1.4 *Resultado de conductor a utiliza.*

Luego de realizar todas las actividades anteriores se tiene el resultado y la elección del conductor, cable de guardia y OPGW que es conveniente utilizar en la línea en estudio.

Se presentará un informe que contenga las características del conductor a utilizar.

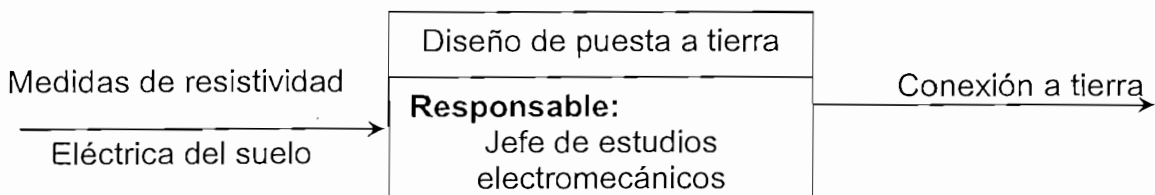
- **Características del conductor:**

- ✓ Denominación.
- ✓ Composición.
- ✓ Área
- ✓ Diámetro
- ✓ Peso por metro
- ✓ Tensión de rotura
- ✓ Resistencia eléctrica
- ✓ Coeficiente de dilatación:
- ✓ Módulo de elasticidad

- **Características del Cable de Guardia.**

- ✓ Denominación
- ✓ Composición:
- ✓ Diámetro exterior
- ✓ Peso por metro
- ✓ Tensión de rotura
- ✓ Coeficiente de dilatación:
- ✓ Módulo de elasticidad

3.3.2.2 Diseño de puesta a tierra.



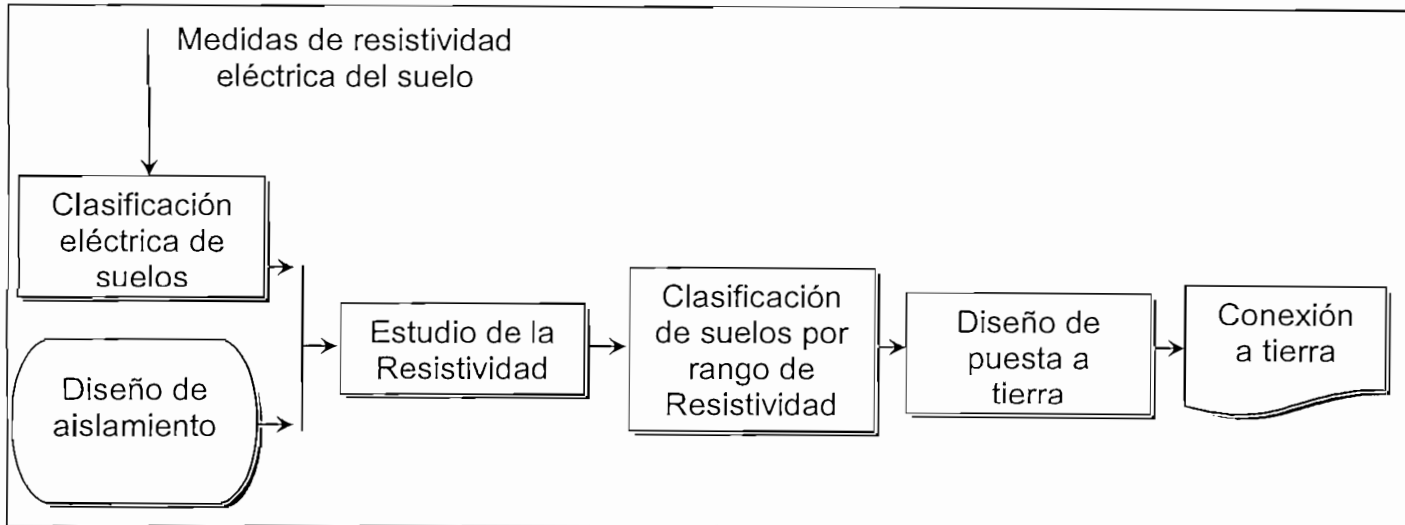


FIGURA 3.3 Diagrama Diseño de puesta a tierra

3.3.2.2.1 Medida de la resistividad del suelo.

Con un Megger adecuado, se debe proceder a medir la resistividad del suelo por donde atraviesa la línea de transmisión. Las medidas se realizan en:

- ✓ Todos los vértices
- ✓ En los sitios donde se observe calidades de suelo diferentes

3.3.2.2.2 Clasificación de suelos por rango de resistividad.

Con los datos anteriores se realizan la clasificación de suelos por rango de resistividad a lo largo de la línea de transmisión a ejecutarse y se dibujará un perfil resistivo en el que constará en el eje horizontal las abscisas y el vertical los valores de resistividad, el área bajo esta curva será sombreada de acuerdo a los valores de la resistividad.

En el mismo plano y en una columna aparte se listará a que valores de resistividad corresponde cada tipo de sombreado.

3.3.2.2.3 *Diseño de puesta a tierra.*

El criterio consiste en determinar el número de varillas de copperweld, o que longitud de contrapeso debe instalarse al pie de cada torre, para que la resistencia del pie de cada torre no sobre pase el valor de puesta a tierra definido en el estudio de aislamiento de la línea de transmisión.

Con las fórmulas establecidas en los manuales o en los textos y de acuerdo al valor de la resistividad del terreno se determinará cuantas varillas se utilizarán en la conexión a tierra en cada estructura así como la longitud de los contrapesos y el cable de conexión de puesta a tierra, de tal modo que se tenga el valor de resistencia de puesta a tierra que establece el estudio de aislamiento.

RESULTADO:

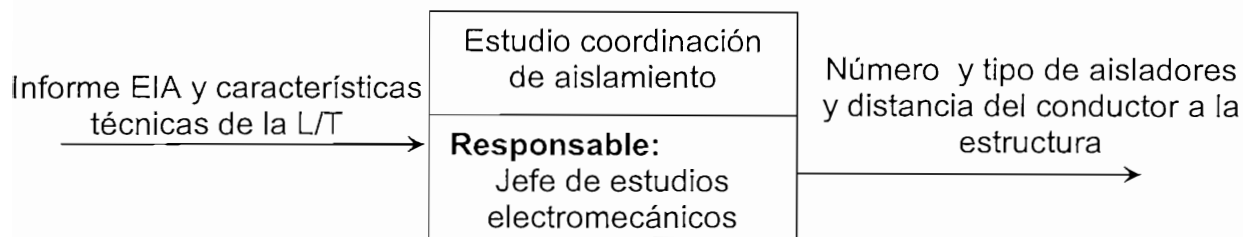
3.3.2.2.4 *Conexión a tierra.*

Todas las estructuras deberán llevar una conexión a tierra por lo menos. Se podrán exceptuar solamente aquellas estructuras provistas de fundaciones metálicas tipo grilla.

El valor máximo de la resistencia óhmica de puesta a tierra R de las estructuras incluyendo su conexión a tierra deberá ser tal que, su combinación con la aislación en la estructura (número de aisladores y espaciamiento en aire) permita cumplir con el número de fallas admisibles por sobrevoltaje de origen atmosférico.

La conexión de la puesta a tierra se deberá dimensionar de modo que resista técnicamente la corriente máxima prevista para las descargas atmosféricas durante 0,001 segundo, y la corriente máxima de cortocircuito fase tierra durante 0,1 seg.

3.3.2.3 Estudio coordinación de aislamiento.



En esta actividad se tiene que presentar la verificación del aislamiento de la línea, definir las características de la cadena.

Los aisladores soportan las cargas mecánicas de los conductores y los separan eléctricamente de las estructuras. Se diseñan para que resistan los esfuerzos eléctricos que ocasionan las descargas atmosféricas y transitorios y soporten las cargas mecánicas debido al movimiento de las líneas por el viento. El diseño debe asegurar que los aisladores conserven sus características eléctricas y mecánicas a lo largo de los años, aún en condiciones adversas de contaminación ambiental y también las solicitaciones mecánicas de transporte y montaje.

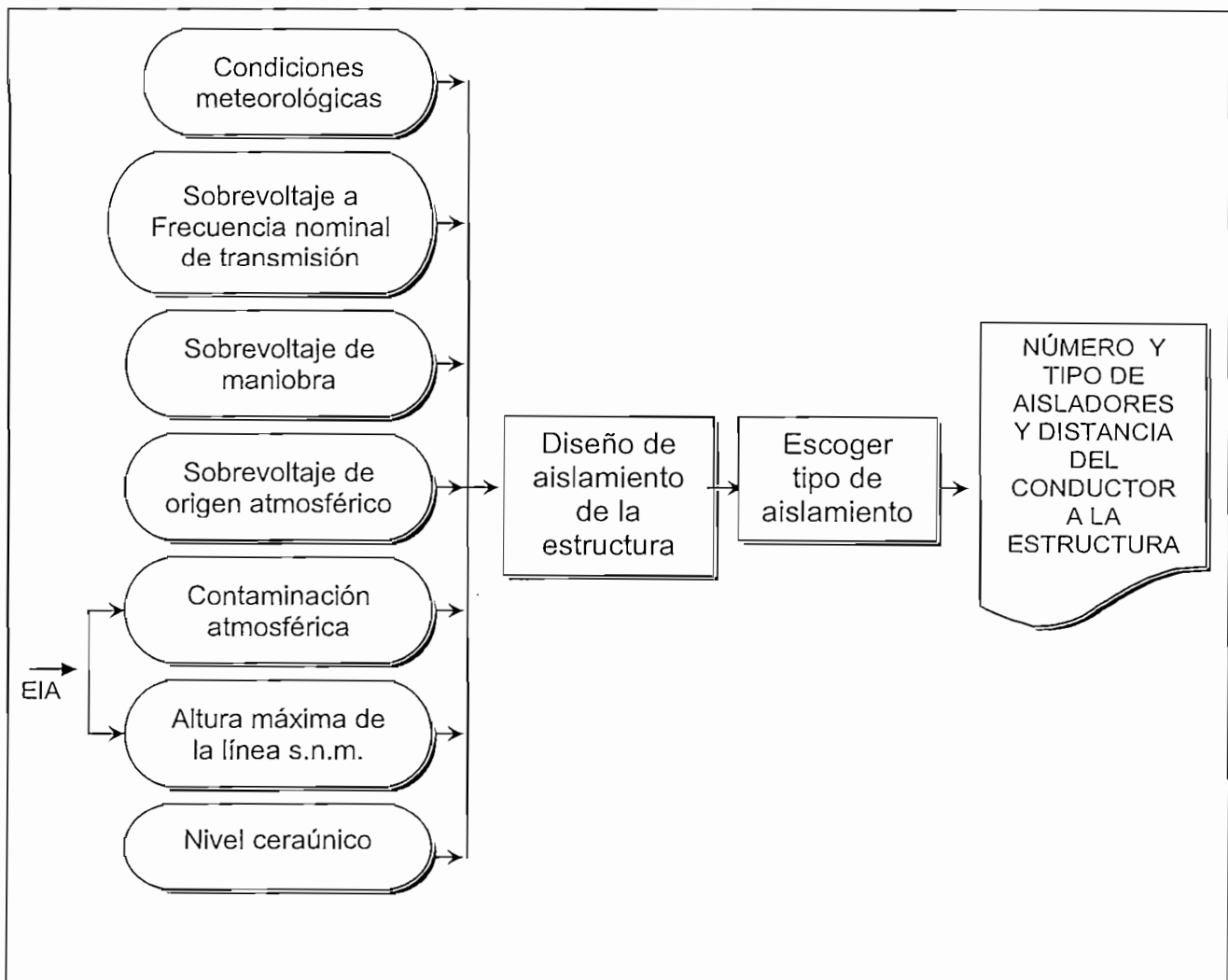


FIGURA 3.4 Diagrama estudio de coordinación de aislamiento

Todo aislador debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Rigidez dieléctrica suficiente para que su tensión de perforación sea muy superior a su tensión de servicio, con objeto de que soporte las sobretensiones que pueden presentarse en la línea, sin peligro de perforación. Depende del material que lo constituye y del espesor dado a este material.
- Forma adecuada para evitar la descarga de contorno entre el conductor en contacto con los aisladores y los soportes metálicos que fijan estos mismos aisladores y que a su vez se fijan en los apoyos de la línea.
- Disminuir la corriente de fuga entre aislador y soporte.

- Resistencia mecánica suficiente para que trabaje en buenas condiciones de seguridad.
- Efecto de envejecimiento lo menor posible, para evitar gastos de reposición y mantenimiento.
- De fácil mantenimiento y resulten ser técnico y económicamente aceptables.

El aire es sin lugar a dudas el más usado de los aislantes para líneas de transmisión, los factores que pueden influir en la rigidez dieléctrica del aire son:

- ✓ Densidad del aire.
- ✓ Altura sobre el nivel del mar.
- ✓ Humedad y presencia de partículas contaminantes.

En las líneas de transmisión se distinguen tres tipos de aisladores:

- ✓ Tipo disco.
- ✓ Line Post.

Los aisladores de tipo disco, son los más utilizados en las líneas de transmisión. Los aisladores tipo Line Post se fabrican en porcelana o materiales sintéticos.

Del estudio de coordinación de aislamiento que se realice se desprende el número y tipo de aisladores a ser instalados tanto para las cadenas de suspensión y de retención.

De este estudio se tendrán las distancias dieléctricas:

- La aislación en la estructura.
- La aislación en el vano.

Para determinar la aislación en la estructura se debe tener en cuenta el número de aisladores, la longitud de la cadena y la distancia eléctrica entre conductores y la torre.

CALCULO DEL NÚMERO DE AISLADORES [3.3]:

ACTIVIDADES PREVIAS:

DATOS INICIALES:

- ✓ Voltaje nomina (V_n).
- ✓ Altura sobre el nivel del mar.
- ✓ Número de estructuras.
- ✓ Temperatura ambiente.
- ✓ Nivel cerámico.
- ✓ Número de fallas aceptable.
- ✓ Longitud de la línea de transmisión.
- ✓ Resistencia de puesta a tierra.

CALCULOS INICIALES.

- Densidad relativa.

$$\delta = \frac{3.92 \times b}{273 + t} \quad (3.22)$$

$$\text{Log } b = \text{Log } 76 - \frac{h}{18.336} \quad (3.23)$$

Donde:

b = presión atmosférica (cm de Hg)

t = temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)

h = altura sobre el nivel del mar.

- Voltaje pico.

$$V_p = \frac{\sqrt{2} \times V_n}{\sqrt{3}} \quad (3.24)$$

V_n = Voltaje nominal entre fases, kV

- **Nivel ceraúnico.**

Es el número de días de tormenta por año que un observador oye o ve un rayo sin importar el número de descargas que hubo ese día.

Este valor esta dado por el mínimo y máximo valor de temperatura que debe soportar el conductor sin sobrepasar la tensión de rotura, sin viento, este valor depende del tipo de zona donde se encuentre la línea (ANEXO 2.1) .

ACTIVIDADES:

3.3.2.3.1 *Condiciones meteorológicas.*

La determinación del voltaje crítico de la aislación a distintas alturas sobre el nivel del mar se realiza de acuerdo:

- **Humedad.**

La humedad del aire favorece para el aislamiento ya que ha medida que aumenta el número de moléculas de agua aumenta la probabilidad de capturar electrones libres.

$$V_c = \frac{V_s}{H} \quad (3.25)$$

$$V_s = k \times V_p \quad (3.26)$$

Donde:

V_c = Voltaje crítico de la aislación bajo lluvia, kV

V_s = Voltaje crítico de la aislación en seco, kV

H = factor de corrección de la humedad

k = Variación de voltaje admisible en la línea de transmisión, $\pm 5\%$

▪ **Lluvia.**

La lluvia disminuye la capacidad de aislamiento de una cadena.

$$V_c = V_s \times k_1 \quad (3.27)$$

k_1 = Factor de corrección debido al efecto de la lluvia

El efecto total de las condiciones atmosféricas puede resumirse en:

$$V_c = \frac{\delta^n k_1}{h} V_s \quad (3.28)$$

n = Exponente empírico que depende de la longitud de la cadena.

Para sobrevoltaje de maniobra tenemos los siguientes valores.

n	Longitud de la cadena
1.0	< 1.5
0.9	1.5 - 2.5
0.8	2.5 – 3.0
0.70	> 3.0

El aislamiento de la línea de transmisión debe estar diseñado para soportar los sobre voltajes de origen interno y los sobre voltajes de origen externo.

En el caso de líneas de transmisión los esfuerzos del aislamiento son prácticamente debidos a los diferentes voltajes a los cuáles está sometida la línea. Estos esfuerzos se los puede clasificar de la siguiente manera:

- Esfuerzos a frecuencia industrial 60Hz, a condiciones normales de operación.
- Esfuerzos causados por sobrevoltajes originados a partir de operaciones de maniobra.

- Esfuerzos causados por sobrevoltajes debidos a las descargas atmosféricas sobre la línea de transmisión.
- Por contaminación atmosférica.

Para el aislamiento es más importante la forma y la magnitud del voltaje que el origen físico de este.

3.3.2.3.2 *Hipótesis de sobrevoltaje a frecuencia nominal de transmisión.*

Voltaje de frecuencia industrial:

El voltaje a frecuencia industrial relativamente son de poca magnitud pero ocasionan un esfuerzo permanente sobre el aislamiento, estos esfuerzos continuos contribuyen al envejecimiento del aislamiento y puede ocurrir flameo si el aislamiento se reduce lo suficiente por influencias externas como son principalmente el estado del tiempo, el viento, depósitos contaminantes, etc.

Corrección Probabilística.

Al valor de V_s , se lo corrige por efecto de las probabilidades de resistir ese Voltaje.

$$CFO = \frac{V_s}{\left[1 - \left(\frac{\sigma}{\mu} \right) k \right]} \quad (3.29)$$

CFO = Voltaje crítico de contorno.

k = El número de desviaciones estándar, valor que depende de la seguridad que se requiera de la L/T. Los valores de k para un número de estructuras son los siguientes:

σ = la desviación estándar.

μ = es el valor medio del voltaje de resistencia dieléctrica.

Probabilidad	Número de Estructuras					
	1	10	50	100	200	500
84.4%	1	1.8	2.6	2.9	3.1	3.4
97.7%	2	2.8	3.3	3.5	3.7	4.1
99.8 %	3	3.7	4	4.2	4.4	4.6

Los valores de $\frac{\sigma}{\mu}$ dependen de la sollicitación y de la forma de onda del sobrevoltaje.

Corrección para condiciones atmosféricas.

Con el valor del CFO y corrección por condiciones atmosféricas se procede a calcular el voltaje crítico

$$V_c = \frac{\text{CFO} \times H}{\delta \times K} \quad (3.30)$$

Con este valor de voltaje crítico, se encuentra el número de aisladores que resista este voltaje, depende del tipo de aislador, de las condiciones del fabricante, por lo tanto es necesario recurrir al catálogo de los aisladores sean estas cadenas o un solo cuerpo. Un ejemplo de catálogo se encuentra en el ANEXO 2.2

3.3.2.3.3 Hipótesis de sobrevoltaje de maniobra.

Son voltajes que aparecen en determinados puntos debido a operaciones de cierre o apertura de interruptores, la forma de onda y la duración es más importante que su origen.

Los sobrevoltajes de maniobra pueden clasificarse de acuerdo a su origen así:

- energización de líneas;
- recierre de líneas;

- ocurrencia o eliminación de fallas;
- interrupción de corrientes capacitivas;
- interrupción de corrientes inductivas;
- operaciones de maniobra de circuitos especiales.

Los sobrevoltajes por maniobra se consideran como una onda no periódica con un frente de onda de varios cientos de microsegundos de duración y una cola con duración de varios miles de microsegundos. Estas ondas producen un esfuerzo en varias partes de aislamiento, estos no son repetitivos y sólo uno de los picos, el de polaridad positiva, es significativo en el diseño.

Un método de encontrar el número de aisladores por sobrevoltaje de maniobra es el siguiente:

$$V_m = \frac{1.05 \sqrt{2} \times V_n K_t}{\sqrt{3}} \quad [kV] \quad (3.31)$$

K_t = Constante de sobrevoltaje varía entre 2.5 a 3, este depende de un estudio de transitorios.

V_m = Sobrevoltaje de maniobra fase – tierra, kV

Corrección Probabilística.

A este valor se lo corrige por condiciones atmosféricas y por la probabilidad de resistir este sobrevoltaje.

$$V_s = \frac{V_c H}{\delta^n k} \quad CFO = \frac{V_s}{\left[1 - \left(\frac{\sigma}{\mu} \right) k \right]}$$

Corrección para condiciones atmosféricas.

Con el valor del CFO y corrección por condiciones atmosféricas se procede a calcular el voltaje crítico (Ecuación 3.30)

Para el cálculo del número de aisladores procedemos como en el caso anterior.

3.3.2.3.4 *Hipótesis de sobrevoltaje de origen atmosférico.*

Los sobrevoltajes por descargas atmosférica son voltajes fase a tierra o fase a fase debidos a una descarga atmosférica específica. Las descargas atmosféricas actúan sobre los sistemas de potencia y las líneas de transmisión a través de tres mecanismos:

- Descargas directas a los conductores (fallas de apantallamiento).
- Descargas directas a las torres o a los cables de guardia (flameos inversos).
- Descargas cercanas a las líneas.

Todos los sobrevoltajes producidos por cualquiera de estos mecanismos tienen una forma de onda similar.

Estos sobrevoltajes dependen en gran parte de las características de los rayos, la investigación que se realice al respecto permitirá una mejor estimación del comportamiento de las líneas ante estos fenómenos.

Un posible método de cálculo para tener el número de aisladores por sobrevoltajes de origen atmosférico se describe a continuación:

El número de descargas en un año y por 100 km² anuales, e un valor estadístico que puede variar año a año y se relaciona con el nivel isoceraúnico en una región, se lo calcula:

$$N_g = 0.025 (T_d)^{1.3} \quad (3.32)$$

Donde:

N_g = # de rayos que caen por km² en un año

T_d = # nivel isoceraúnico en una región o días con tormenta al año.

El siguiente paso será determinar el número de descargas que puede ser interceptado por 100 Km de L/T en un año, lo cual depende del ancho de la faja de servidumbre.

$$\begin{aligned} \text{Ancho del terreno} &= 4h + b, \\ h &= h_t - 2/3 (h_t - h_c) \end{aligned} \quad (3.33)$$

Donde:

h_t = Altura de la estructura de los conductores o cables de guardia ubicados en la parte más alta de ella.

h_c = Altura en el medio de la luz, de los conductores o cables de guardia ubicados en la parte más alta de ella.

b = distancia horizontal entre los conductores o cables de guardia que están a la altura h_t en la estructura. Si se utiliza solo un cable a tierra, $b = 0$

$$N_s = N_g (4h + b) / 10 \quad (3.34)$$

Donde:

N_s = # anual de descargas atmosféricas que caen en 100 km de línea.

Una vez que se tiene el número de descargas atmosféricas por 100 km de L/T en un año se determina el grado de seguridad de la L/T que se le desee dar y por lo tanto es necesario determinar el criterio de cuantas falla al año en 100 km de L/T puede ser aceptada.

$$F = F_1 + F_2 \quad (3.35)$$

F = # de perturbaciones anuales por 100 km de línea.

F_1 = # de perturbaciones anuales por 100 km de línea debido a descargas directas sobre los conductores.

F_2 = # de perturbaciones anuales por 100 km de línea debidas a descargas sobre las estructuras y cables de guardia.

El valor de F depende de la seguridad de servicio requerida para la línea.

El valor de F1 se encuentra como:

$$F1 = N_s P1 \quad (3.36)$$

P1 se lo obtiene de la gráfica de la probabilidad que falle el apantallamiento en función del ángulo de apantallamiento y de la altura de la torre. (ANEXO 2.3)

$$P_2 = \frac{2.9(F - F1)}{N_s} \quad (3.37)$$

Donde:

P_2 = Probabilidad de descargas que exceden el nivel de impulso de la aislación.

Con el valor de P2 y de recurriendo a la gráfica valor de la corriente de rayo en función de esta probabilidad encontramos el valor de corriente de rayo. (ANEXO 2.4)

Con el valor de la corriente de rayo procedemos a calcular el valor de este sobrevoltaje.

$$V_{at} = (1 - C) \times R \times I \quad (3.38)$$

Donde:

V_{at} = voltaje de origen atmosférico en condiciones normales y a nivel del mar, kV

R = resistencia de puesta a tierra a la estructura

I = intensidad de corriente de rayo, kA

C = factor de acoplamiento entre los conductores y el cable de guardia

Al factor C se lo calcula de acuerdo con:

$$C = \frac{50}{Z_n} I_n \frac{b}{a} \quad (3.39)$$

Donde:

Z_n = impedancia característica del cable de guardia

b = distancia entre el conductor y la imagen del cable de guardia, m

a = distancia entre el conductor y el cable de guardia, m

Una vez obtenido este valor se realiza la corrección probabilística.

Corrección Probabilística.

A este valor se lo corrige por condiciones atmosféricas y por la probabilidad de resistir este sobrevoltaje aplicando la ecuación 3.29

Corrección para condiciones atmosféricas.

Con el valor del CFO se procede a corregir el voltaje crítico por condiciones atmosféricas de acuerdo a la ecuación 3.30.

Con este valor se procede como en los casos anteriores a hallar el número de aisladores.

3.3.2.3.5 Contaminación atmosférica.

Los aisladores en su uso normal están expuestos a diferentes grados de contaminación, que disminuye su aislamiento produciendo flameo y en casos extremos interrupciones en el suministro de energía.

Las clases de contaminación a considerar y las distancias de fuga mínimas unitarias requeridas por las cadenas de aisladores y expresados en mm/kV, valor efectivo fase a tierra correspondiente al voltaje máximo permanente, según el tipo de zona.

$$V_c = \frac{1,05 \times kV(rms)}{\delta} \quad (3.40)$$

$$Dis\ tan\ cia\ de\ fuga\ necesaria\ (D_n) = D \left(\frac{mm}{kV} \right) \times V_c \quad (3.41)$$

Donde:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{\text{Distancia de fuga necesaria}}{\text{Distancia de fuga c / aislador}}$$

En el caso de nuestro país se considera los siguientes valores:

	Zona 1	Zona 1	Zona 2
	Subzona a	Subzona b	
Clase de contaminación	C	Entre B y C	B
Distancia de fuga mínima Unitaria (mm/KV)	33,3	29,8	26,4

- ◆ Contaminación clase B: ligera contaminación, áreas industriales, niebla frecuente y lluvia intensa.
- ◆ Contaminación clase C: contaminación moderada, lluvia marina ligera, irrigación con plaguicidas, fertilizantes y combinaciones entre estas con niebla y lluvia ligera.
- ◆ Subzona a: la de la zona 1 todos los trazados de líneas que queden a menos de 30 km de la costa, así como también aquellos que, quedando a una mayor distancia de la costa, pasen por terrenos secos, con polvo seco y sin vegetación, por zonas con carencia de lluvias o por las cercanías de zonas industriales.
- ◆ Subzona b: el resto de los trazados.

En TRANSELECTRIC S.A. en la mayor parte de líneas de transmisión se utilizan aisladores tipo disco, con acoplamiento bola y casquillo, este tiene las siguientes dimensiones:

Espaciamiento unitario	146 mm (5 ¾ pulg)
Diámetro	254 mm (10 pulg)
Distancia de fuga	292 mm (11 ½ in)

3.3.2.3.6 *Altura máxima de la línea sobre el nivel del mar.*

Con el estudio de impacto ambiental y topografía se puede definir la altura máxima sobre el nivel del mar que tendrá cada estructura en el terreno.

3.3.2.3.7 *Distancia mínima a la estructura.*

Las distancia mínimas de la estructura deberá cumplirse entre los conductores y todos los elementos fijados a ellos, y la estructura u otros elementos conectados a tierra.

Para la aplicación de las distancias mínimas deberá considerarse la posición de la cadena de aisladores indicada para cada sollicitación.

Para la cadena desviada sin considerar el efecto del viento sobre los conductores, la distancia en aire debe resistir el sobrevoltaje con una probabilidad de 97,7%.

Para la cadena desviada por efecto de una presión de viento igual al 20% de la presión máxima sobre los conductores, la distancia en aire debe resistir al sobrevoltaje con una probabilidad de 84%

- **Posición y ángulo de la cadena de aisladores.**

Las distancias de aislamiento se deben mantener aun cuando el conductor se encuentra desviado un cierto ángulo bajo la acción del viento. Ya que las distancias de aislación dependen del tipo de fenómeno que solicite al aislamiento, se deben indicar cuales serán las inclinaciones de la cadena para cada caso.

- **Longitud de la cadena de aisladores.**

Con el número de aisladores se multiplica por su altura y se le adiciona la longitud de los accesorios de acoplamiento y de suspensión del conductor, con esto tenemos la longitud de la cadena.

- **Distancia del conductor a la estructura.**

Se determina la distancia normal del conductor a la torre que es igual a la longitud total de la cadena.

Por sobrevoltajes de maniobra de interruptores se debe establecer una distancia mínima del conductor a la torre y un ángulo máximo de desplazamiento de la cadena, que depende del viento existente en la región donde se va a operar la línea.

- **Distancia entre conductores de fase.**

Es una evolución de los sobrevoltajes de maniobra, así como el galopamiento del conductor por efecto de la velocidad del viento.

Con respecto al galopamiento del conductor en un vano, se considera una distancia que tome en cuenta los efectos debido a los sobrevoltajes de maniobra y máxima velocidad del viento.

- **Distancia de los conductores de fase e hilo de guardia.**

Se establece que en el centro del vano la distancia entre el conductor de fase y el cable de guardia será por lo menos igual a la separación de los conductores de fase.

3.3.2.3.8 *Diseño de aislamiento de la estructura.*

Después de realizar las anteriores actividades se puede realizar el diseño de aislamiento de cada estructura.

3.3.2.3.9 *Escoger tipo de aislamiento.*

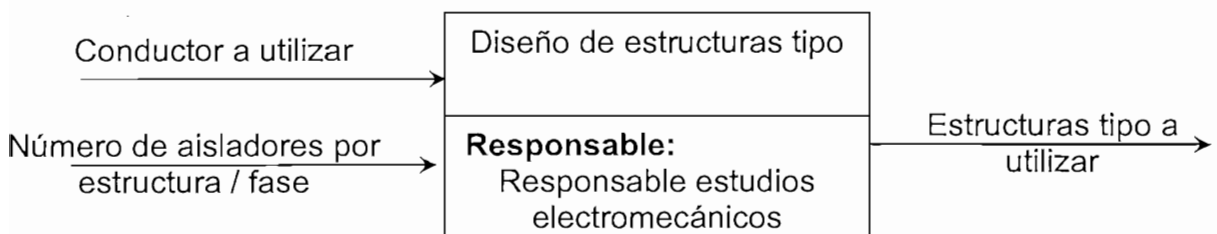
Luego de realizar el diseño del aislamiento el ingeniero esta apto para escoger el tipo de aislador que le convenga a la línea en estudio, estos pueden ser de porcelana, línea poste, poliméricos, etc.

RESULTADO:

3.3.2.3.10 *Número y tipo de aisladores.*

El resultado del diseño de aislamiento de la estructura es el de determinar el número de aisladores que se colocarán en la cadena de aisladores por estructura / fase así como también las distancias mínimas.

3.3.2.4 **Diseño de estructuras tipo.**



Para diseñar que tipo de estructuras se van a utilizar en la línea se debe considerar las siguientes actividades:

- Tipo de estructura.
- Geometría de la torre.
- Apertura de pata.

- Vano económico.
- Hipótesis de carga.

3.3.2.4.1 Tipo de estructura.

Para dimensionar las estructuras de una línea de transmisión de alta tensión debe definirse los siguientes parámetros:

- ✓ Condiciones atmosféricas.
- ✓ Protección contra descargas atmosféricas.
- ✓ Niveles de aislamiento.
- ✓ Conductor y vano económico.
- ✓ Ruta de la línea de transmisión.

Las estructuras de una línea pueden ser clasificadas en relación con su función, la forma de resistir los esfuerzos, y los materiales constructivos. Aquí se determinará la serie de estructuras requerida por la línea. Estructuras de anclaje y suspensión.

- SUSPENSIÓN LIVIANA.- Para sitios en alineación y ángulos hasta de 2° , a esta estructura también se la llama básica y se prevé que puede ser utilizada en un 85% del total de las estructuras.
- SUSPENSIÓN PESADA.- Se diseña para ángulos hasta de 5° o 6° según sea el común de ángulos de la ruta de la L/T
- ANCLAJE LIVIANO.- Para ubicar en lugares de ángulo de línea de 7° a 25° , estas estructuras deben ser especificadas para un equilibrio longitudinal con fines de montaje. Si la ruta de la L/T es muy quebradiza y se prevé que va a haber estructuras con tiro hacia arriba, es necesario especificar estas estructuras para que soporte cierta carga hacia arriba (up lift)

- ANCLAJE PESADO.- Estas estructuras deberán ser diseñadas para ser ubicadas en los ángulos de línea mayores que 25° , teniendo como límite el mayor ángulo que existe en la ruta de la L/T. Como los montantes de esta estructura son lo suficientemente fuertes por su diseño para fuertes cargas transversales, deben especificarse estas estructuras para terminales es decir para remate.

Se determinará el tipo de estructura técnico – económico más conveniente para la línea, en atención al trazado de la línea, sus solicitaciones, entorno y tipo de mantenimiento.

Las estructuras deberán proyectarse de modo que no se presenten deformaciones permanentes en los elementos metálicos (perfiles o barras, pernos, uniones, conexiones, etc.)

3.3.2.4.2 Vano económico.

Recomendaciones para determinar los distintos vanos de las estructuras:

V_E = Vano económico

Vano económico	Vanos			
	Máximo	Viento		Peso
Livianos (<300MCM)		Pesados		
$V_E < 300$ m				
Terreno plano	$1.3 - 1.5 V_E$	$1.5 V_E$	$1.25 V_E$	$1.6 - 2.0 V_E$
Terreno accidentado	$1.75 - 2 - 2.5 V_E$	$1.8 V_E$	$1.4 V_E$	$2 - 2.5 - 3 V_E$
$V_E > 300$ m				
Terreno plano	$1.25 - 1.3 V_E$	$1.3 V_E$	$1.15 V_E$	$1.5 - 1.6 V_E$
Terreno accidentado	$1.5 - 1.75 V_E$	$1.8 V_E$	$1.3 V_E$	$1.7 - 2.0 V_E$

SP	1.8 V _E	1.5 V _E	2.0 V _E
AL	1.8 V _E	1.0 V _E	2.25 V _E
AR	1.5 V _E	1.0 V _E	2.25 V _E

3.3.2.4.3 *Apertura de pata.*

Las estructuras deberán ser proyectadas para todas las extensiones, tanto del cuerpo como de las patas, consideradas para cada tipo de estructuras.

Todas las extensiones de las patas para cada tipo de estructura deberán ser proyectadas de modo que ellas puedan ser apernadas tanto a la altura básica como a cualquier extensión del cuerpo de ella.

El diseño de las patas de las estructuras deberá permitir su conexión a los diferentes tipos de fundaciones previstos para cada tipo de estructura.

Para adaptarse al perfil asimétrico del terreno, se utilizarán patas desniveladas cuya altura podrá ser variada independientemente de las otras desde -1m hasta +3m. Las patas deberán ser intercambiables en cualquier posición de la base y en cualquier extensión para un mismo tipo de torre.

3.3.2.4.4 *Geometría de torre.*

Al hablar de la geometría de la torre nos referimos a las separaciones en aire que debe haber entre las partes bajo tensión y la estructura requerida para mantener el valor del aislamiento.

El conductor tiende a balancearse, por distintas razones varía la distancia entre este y masa o entre conductores, y en consecuencia la capacidad de soportar el espacio de aire, la tensión presente. La geometría de la torre esta condicionada por estos factores.

Se hace indispensable lograr definir espacios de aire que soporten las solicitaciones a que se somete la aislación.

La adopción de cadenas de aisladores y distancias de seguridad de la estructura de líneas aéreas, es entonces una acción fundamental para su dimensionamiento geométrico.

3.3.2.4.5 *Hipótesis de carga sobre la estructura.*

En esta parte se presenta un estudio de cómo y que consideraciones se debe tener para el cálculo de los árboles de carga. A continuación se indica los tipos de carga a la que esta sometida la estructura.

▪ **TIPOS DE CARGA**

- **Cargas verticales.**

Consiste en general el peso del conductor e hilo de guardia, considerando el vano peso, más el peso de los aisladores, más el peso de los accesorios. Toda esta carga se considera concentrada en los puntos de suspensión y anclaje.

- **Cargas transversales.**

Se consideran dos tipos de cargas transversales, debidas al viento y al ángulo que cada tipo de estructura debe soportar.

- ✓ **Viento.**

Para el cálculo y diseño de una L/T, se considera que el viento actúa sobre la superficie proyectada del conductor. La velocidad del viento es directamente proporcional a la altura sobre la superficie de la tierra.

La velocidad del viento puede verse afectada con respecto a la medida por la existencia de árboles, zona costera, rugosidad del suelo, etc.

Se considera la presión del viento sobre la estructura, conductores, cables de guardia, aisladores, tirantes y otros elementos sujetos a los mencionados.

$$P_v = k c \frac{v^2}{16} \quad (3.42)$$

Donde:

P_v = presión del viento sobre el conductor y la estructura.

k = 2 para estructuras y aisladores y 1 para conductores.

c = 1.1 coeficiente de presión dinámica.

v = velocidad de viento en m/s.

Viento un cuarto.

Para la condición viento en cuarto se calcula con $0,25 P_v$.

Viento medio.

Para la condición viento medio se calcula con $0,5 P_v$

✓ Efecto de ángulo.

Corresponde a la resultante de las tensiones de los conductores cuando la estructura está ubicada en un vértice del trazado.

Se deberá calcular como fuerzas horizontales aplicadas en los puntos de suspensión o de anclaje de los conductores en los puntos de sujeción de los cables de guardia respectivamente. El valor y dirección de éstas fuerzas será iguales a las de la resultante de las tensiones mecánicas iniciales servicio de los conductores y cables de guardia no cortados de ambos vanos adyacentes a la estructura.

Si la estructura se encuentra en un ángulo de línea, tendrá una carga debido a la tensión mecánica del conductor.

El ángulo a considerar podrá tener cualquier valor entre los límites que se indiquen para cada tipo de estructura.

- **Cargas Longitudinales.**

Se considera las fuerzas horizontales, actuando hacia un vano adyacente a la estructura, aplicadas en los puntos de sujeción de los conductores y cables de guardia

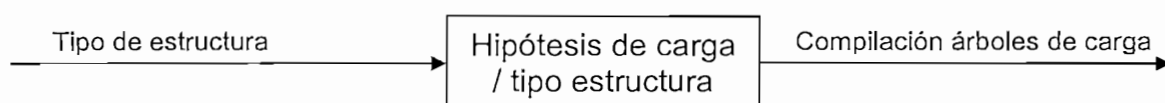
Son debidas al tiro de los conductores. En condiciones excepcionales (rotura de un conductor, y en condiciones de montaje) la torre debe soportar esfuerzos de torsión.

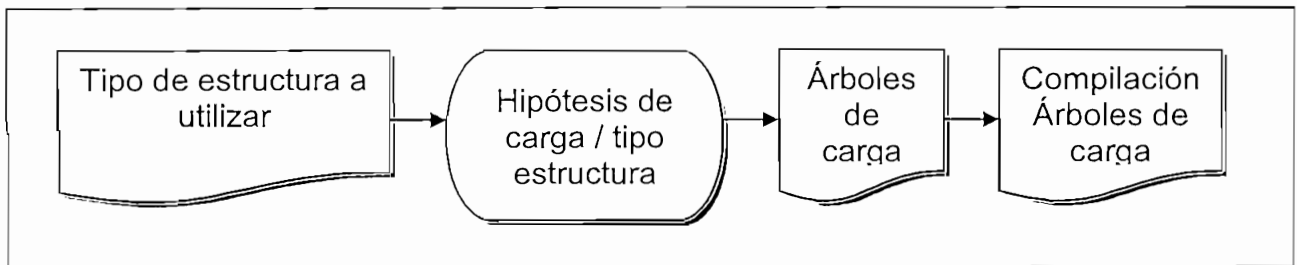
- **FACTORES DE SEGURIDAD.**

Tanto las cargas normales como las del viento y las eventuales son incrementadas por factores de seguridad de acuerdo a la siguiente tabla:

SOLICITACIÓN	FACTOR DE SOBRECARGA
Para cargas debidas al viento	1.5
Para cargas normales debido al ángulo o al peso	1.4
Para cargas eventuales	1.2

- **HIPOTESIS DE CARGA / TIPO DE ESTRUCTURA.**





Para cada tipo de estructura se consideran las siguientes hipótesis de carga:

- **Hipótesis de viento máximo.**

Carga vertical producida por el viento y el ángulo por su factor de seguridad.

En este caso se debe tener en cuenta el cálculo para tres casos:

- Quando el viento actúa en la dirección de 0° , en dirección de la línea.
- Quando el viento actúa en la dirección de 45° , en dirección de la línea.
- Quando el viento actúa en la dirección de 90° , en dirección de la línea.

Para el conductor:

Se tiene una carga vertical:

$$V_c = (P_o L_p + V_1 + V_2) \times \cos \theta \times f_s \quad (3.43)$$

Donde:

P_o = peso del conductor por unidad de longitud.

L_p = Vano peso.

V_1 = peso de los aisladores.

V_2 = peso de herrajes y amortiguadores.

f_s = factor de seguridad para cargas normales.

θ = ángulo en que actúa el viento.

Para carga transversal:

$$T_c = (P_v L_v \phi + V_a N_a) f_{s1} + 2T_{m\acute{a}x} \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) f_s \quad (3.44)$$

Donde:

P_v = presi3n del viento

ϕ = diámetro del conductor, m

L_v = Longitud del vano viento y que es igual a la semi-suma de los vanos Adyacentes

V_a = viento sobre el aislador

N_a = número de aisladores

f_{s1} = factor de seguridad debido al viento

$T_{m\acute{a}x}$ = tensi3n mecánica m\acute{a}xima del conductor

α = ángulo de diseño de cada tipo de estructura.

Para carga longitudinal.

$$L_c = (P_v \times \phi \times f_c + N_a \times V_a) f_{s2} \quad (3.46)$$

Donde.

f_c = flecha del conductor

f_{s2} = factor de seguridad debido cargas eventuales

Para el cable de guardia:

Se tiene una carga vertical:

$$V_{cg} = (P_{cg} L_p + V_1') \times \cos \theta \times f_s \quad (3.47)$$

Donde:

P_{cg} = peso del cable de guarda por unidad de longitud.

L_p = Vano peso.

V_1' = peso de los herrajes

Una carga transversal:

$$T_{cg} = (P_v L_v \phi_{cg}) f_{s1} + 2T_{máxcg} \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) f_s \quad (3.48)$$

Donde:

P_v = presión del viento

ϕ_{cg} = diámetro del cable de guardia, m

$T_{máxcg}$ = tensión mecánica máxima del cable de guardia

Para carga longitudinal.

$$L_{Cg} = (P_v \times \phi \times f_{cg}) f_{s2} \quad (3.50)$$

Donde.

f_{cg} = flecha del cable de guardia

- **Hipótesis sobrecarga vertical.**

Consiste en cargas verticales igual al peso del conductor por fase, empleando el vano de peso correspondiente, aplicadas en los puntos de suspensión o anclaje de la fase, o igual al peso del cable de guardia aplicado en el punto de sujeción de éste.

En este caso las cargas verticales tanto para el conductor y cable de guardia son las mismas, varía la tensión transversal.

Para el conductor:

Se calcula la carga transversal para un cuarto de presión del viento, así:

$$T_c = \left(\frac{P_v L_v \phi}{4} + V_a N_a \right) f_{s1} + 2T_{máx} \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) f_s \quad (3.51)$$

La sobrecarga vertical será igual:

$$V'_c = (P_o L_p) f_{s2} \quad (3.52)$$

Donde:

f_{s2} = factor de seguridad cargas eventuales

Para el cable de guardia:

Carga transversal:

$$T_{cg} = \left(\frac{P_v L_v \phi_{cg}}{4} \right) f_{s1} + 2T_{máxcg} \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) f_s \quad (3.53)$$

Se tiene una sobrecarga vertical:

$$V'_{cg} = (P_{cg} L_p) f_{s2} \quad (3.54)$$

- **Hipótesis sobrecarga longitudinal**

Esta carga se produce por efecto de conductores o cables de guardia cortados en un mismo vano adyacente a la estructura. No se consideran efectos dinámicos y se asimila a la tensión residual después de la rotura considerando la reducción de tensión en el caso que el conductor este suspendido con una cadena de aisladores.

El valor de estas fuerzas se deberá calcular según:

- a) Para estructuras de suspensión: la tensión mecánica normal final de los conductores y cables de guardia respectivamente.
- b) Para las otras estructuras: la tensión mecánica máxima inicial de los conductores y cables de guardia.

En este caso se debe tener en cuenta el cálculo para tres casos:

- Cuando el viento actúa en la dirección de 90° , rotura de los cables de guardia.
- Cuando el viento actúa en la dirección de 90° , rotura de un conductor y un cable de guardia.
- Cuando el viento actúa en la dirección de 90° , rotura de dos conductores.

Se tienen cargas verticales iguales a la de los casos anteriores.

Para el conductor:

Para carga transversal se tiene el mismo resultado que en el caso de sobrecarga vertical.

En los casos donde se tiene rotura del conductor ó cable de guardia se aplica la mitad del valor de estas cargas.

La carga longitudinal del conductor roto es igual:

$$L_{c(\text{rot}0)} = 0.65 \times T_{eds} \times f_{s2} \quad (3.55)$$

Donde:

T_{eds} = Tensión del conductor de todos los días

Para el cable de guardia:

Se tiene una carga vertical y transversal similar a al caso de sobrecarga vertical, en el caso que se aplica rotura del cable de guardia se tiene valores iguales a la mitad de estas cargas

La carga longitudinal del cable de guardia roto es igual:

$$L_{cg(\text{rot}0)} = 0.95 \times T_{cdscg} \times f_{s2} \quad (3.56)$$

Donde:

T_{edscg} = Tensión del cable de guardia de todos los días

- **Hipótesis desequilibrio longitudinal.**

En el caso de los conductores de un lado de una torre de anclaje esté sometido a estados de carga distintos. Se calcula como fuerza horizontal en la dirección del vano, actuando hacia el mismo vano adyacente a la estructura, aplicadas en los puntos de suspensión o anclaje de los conductores y en los puntos de sujeción de los cables de guardia respectivamente.

El valor de estas fuerzas debe calcularse según se indica a continuación:

- Para estructuras de suspensión: 20% de la tensión mecánica normal final de los conductores y cables de guardia respectivamente.
- Para las otras estructuras: 50% de la tensión mecánica máxima inicial de los conductores y cables de guardia respectivamente.

Las carga vertical del conductor y cable de guardia son las mismas que en los anteriores casos.

Para el conductor:

Para carga transversal:

$$T_c = \left(\frac{P_v L_v \phi}{2} + V_a N_a \right) f_{s1} + 2T_{m\acute{a}x} \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) f_s \quad (3.57)$$

La carga longitudinal es igual:

$$L_c = 0.2 \times T_{eds} \times f_{s2} \quad (3.58)$$

Para el cable de guardia:

Para carga transversal:

$$T_{cg} = \left(\frac{P_v L_v \phi_{cg}}{2} \right) f_{s1} + 2T_{máxcg} \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) f_s \quad (3.59)$$

La carga longitudinal es igual:

$$L_{cg} = 0.2 \times T_{edscg} \times f_{s2} \quad (3.60)$$

- **Montaje de la estructura.**

El proyectista de la estructura deberá proporcionar las instrucciones de montaje para cada tipo de estructura y fijar el valor de las cargas que se produzcan.

Consiste en cargas concentradas que representan dos operarios con sus herramientas ubicadas en cualquier punto de la torre excepto en barras que formen un ángulo mayor que 45° con la horizontal.

Adicionalmente deben considerarse los esfuerzos que se deriven del método de erección de la torre que se vaya a emplear.

- **Tendido.**

Esta carga incluye los esfuerzos derivados el empleo de las estructuras de anclaje reforzadas o no con tirantes provisorios.

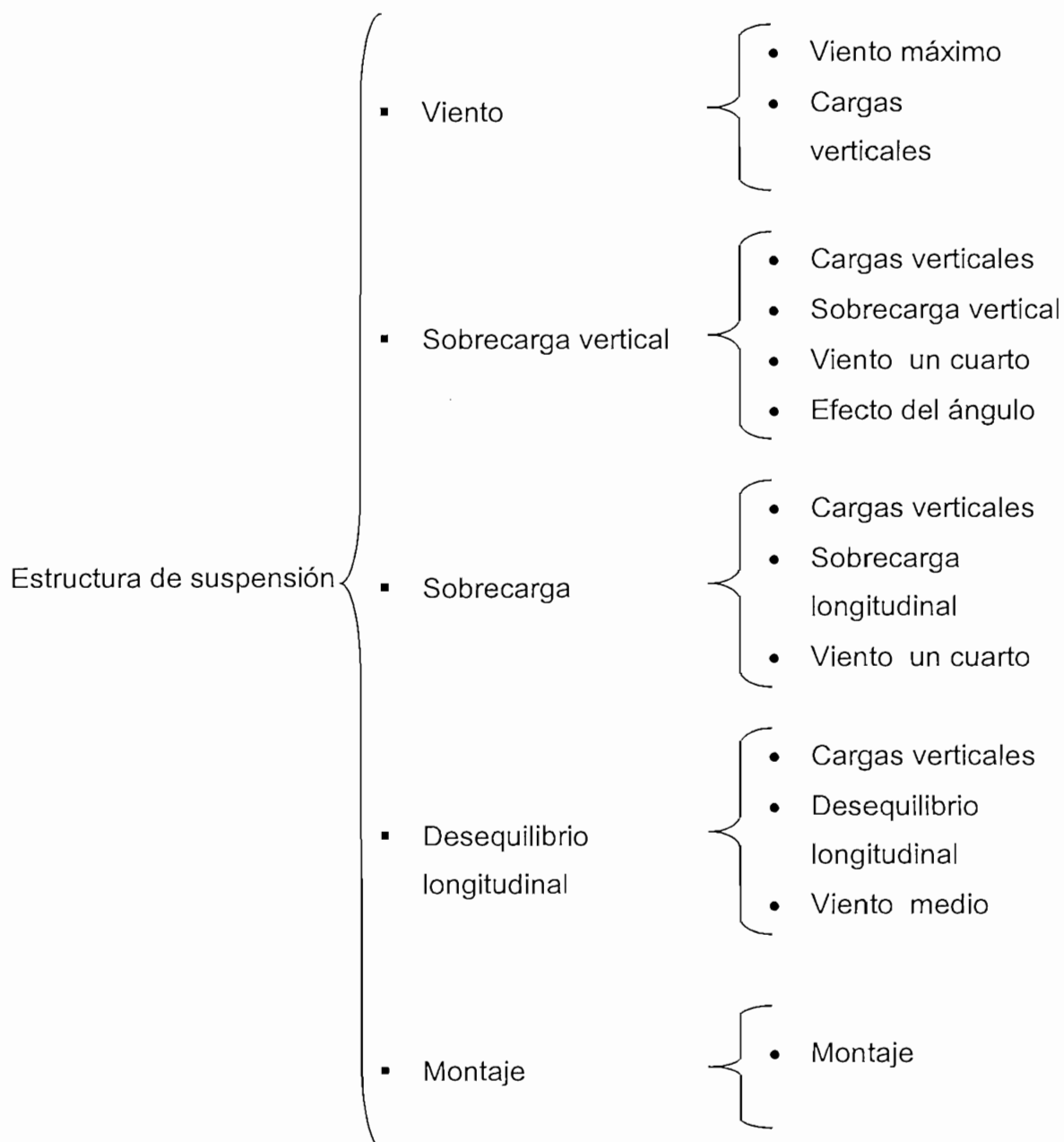
Los tirantes se fijarán a la estructura en puntos especialmente dispuestos para ese objeto de modo que no interfieran el montaje de la cadena de aisladores.

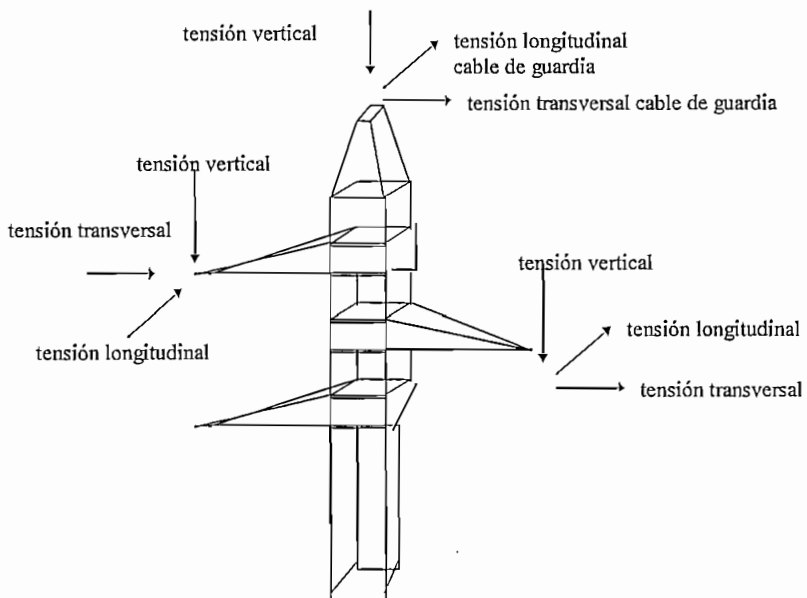
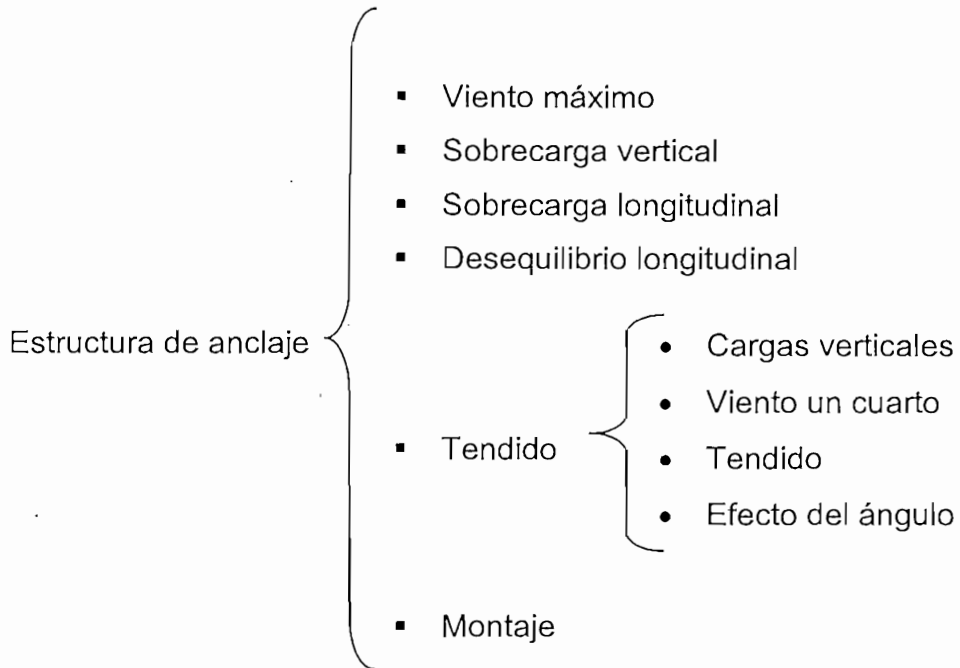
Se aplicará un peso de 400 kg. en los puntos de anclaje de dos fases cualesquiera

▪ **ÁRBOL DE CARGA.**

Recopilación de los datos de la hipótesis de carga de cada tipo de estructura.

Se debe tomar en cuenta las siguientes combinaciones para cada tipo de estructura:





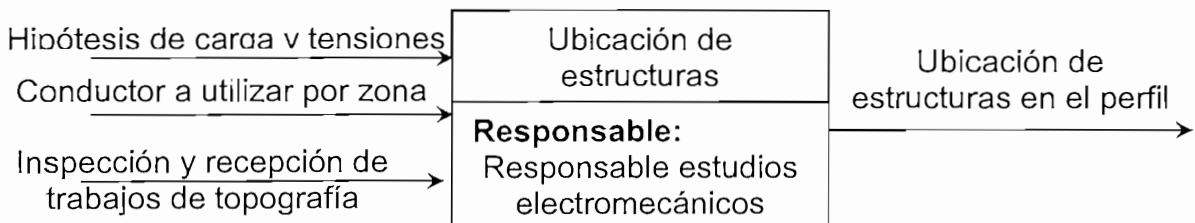
RESULTADO:

3.3.2.4.6 Estructuras tipo a utilizar.

Las estructuras deberán ser autosoportantes y estar constituidas por perfiles de acero galvanizado o resistente a la corrosión, apernados. Con fundaciones de concreto o metálicas.

3.3.2.5 Ubicación de estructuras

En la ubicación de las estructuras se trata en lo posible de obtener la solución de costo más bajo para la línea sin exceder las características mecánicas de las estructuras.



Utilizando hojas de cálculo se precisa los valores de catenaria que desarrolla el conductor. Teniendo la información digitalizada del perfil de la línea se van ubicando las diferentes estructuras a lo largo del perfil topográfico, respetando condiciones tales como:

- ✓ Tipo de estructura, que a su vez dependerá de:
- ✓ Longitud del vano
- ✓ Cargas sobre la estructura
- ✓ Altura del punto de amarre
- ✓ Hipótesis de carga
- ✓ Otros.

DATOS:

- **VANO MEDIO DE DISEÑO.**

Según el tipo de conductor a utilizar y el tipo de estructura se tiene un vano medio de diseño.

A medida que se incrementa el vano, aumenta la flecha de los conductores, aumenta la altura de los soportes pero se reduce su cantidad de estructuras a utilizar.

Se puede determinar el vano para el cual el costo por km. de la línea se minimiza, por encima de este vano el aumento de costo esta ligado al mayor costo de los soportes y fundaciones que no es compensado por la reducción de cantidad, y viceversa por debajo del vano optimo.

- **TENSIÓN DE ROPTURA A TRABAJAR.**

Es la mínima tensión que produce la destrucción del material.

Este porcentaje es el determinado por el conductor a utilizar, es un porcentaje admisible que no debe sobrepasar la tensión de rotura del conductor.

- **DISTANCIA DE SEGURIDAD.**

Se debe tener en cuenta todas las separaciones verticales del conductor al suelo y a otras líneas.

También las distancia mínima normal del conductor al terreno normal. En general todas las distancias de seguridad del conductor.

Cuando la línea vaya por laderas y la pendiente, transversal al eje de la línea, del terreno sea mayor del 10% se considerará para la distancia del

conductor al suelo un perfil longitudinal paralelo al principal y hacia el lado más alto.

La distancia mínima reducida del conductor al terreno normal poco transitada, de primera importancia, de segunda importancia esta dado por normas según el voltaje al cuál se este trabajando y la zona.

Cuando la línea cruce ríos navegables, se considera el conductor a la temperatura máxima de funcionamiento eventual y el nivel máximo de la agua del río en el punto del cruce.

Si la línea cruce por encima de otras líneas se lo hace por normas considerando la línea inferior a la temperatura mínima de funcionamiento y la superior a la temperatura máxima de funcionamiento eventual.

Se debe tener en cuenta que se debe tener una distancia adecuada con la proximidad de un canal, de un estero, de un río, y de los cruces de ferrocarril,

- **RESULTADO DEL CONDUCTOR A UTILIZAR.**

Estos datos son tomados de los resultados del diseño del conductor.

- **INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN DE TRABAJOS DE TOPOGRAFIA.**

En esta actividad se tiene la recopilación de los resultados de la actividad de topografía que nos sirve para la ubicación correcta de la estructura en el perfil.

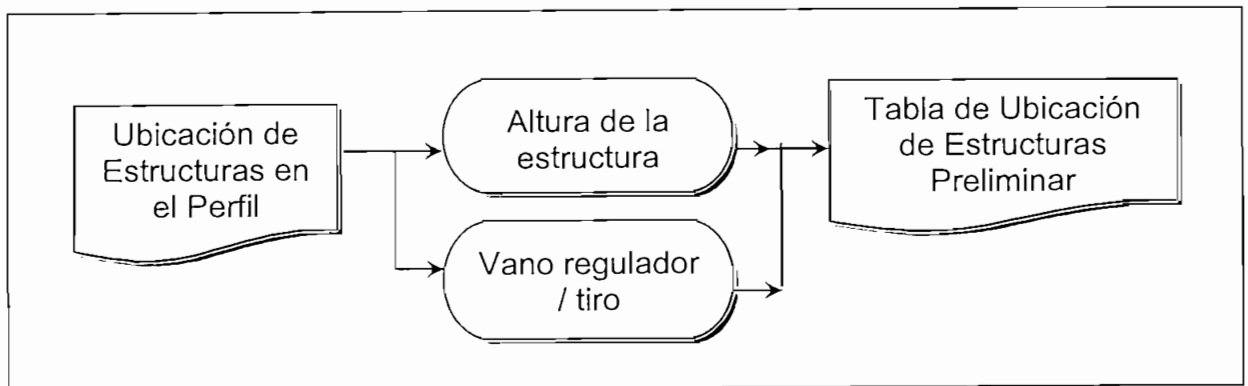
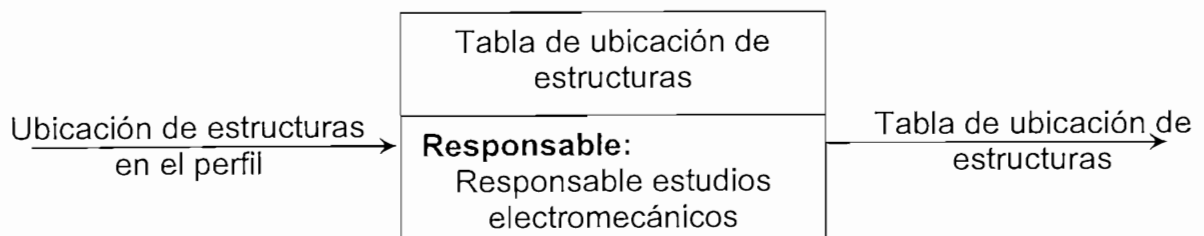
3.3.2.5.1 Ubicación de estructuras en el perfil.

Tomando en cuenta los datos anteriores ubicamos las estructuras en el perfil buscando la solución de costo más bajo para la línea en estudio sin sobrepasar las características de cada tipo de estructura.

Se debe tener las siguientes consideraciones: las separaciones verticales o francos, las distancias mínimas del conductor, los cruces con líneas de comunicación y de potencia, las distancias mínimas horizontales.

Se presentará el plano de perfil longitudinal dibujado la ubicación de la estructura, posición del conductor, número de la estructura, tipo de estructura y su altura, vano y gradiente, ángulo de desviación, vano medio.

3.3.2.6 Tabla de ubicación de estructuras.



DATOS:

- **ALTURA DE LA ESTRUCTURA.**

De la ubicación de la estructura realizada anteriormente se tiene el dato para cada estructura su respectiva altura.

- **VANO REGULADOR / TIRO.**

Para cada tramo de tendido, o tramo entre estructuras de retención se indicará el vano regulador calculado según la ecuación

$$LR = \left(\frac{\sum L^3}{\sum L} \right)^{1/2}$$

Donde:

LR = Vano regulador en metros.

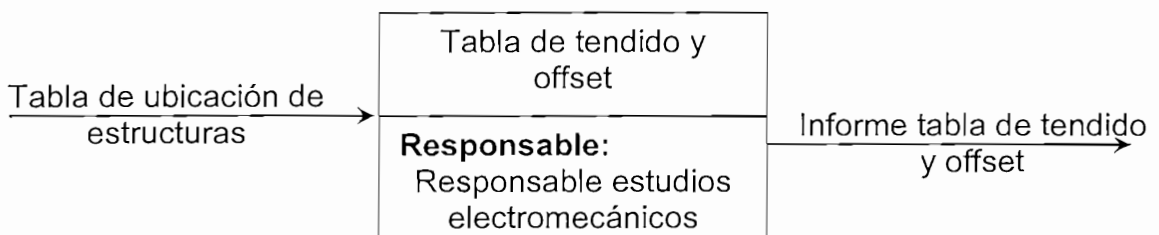
L = Vano entre estructuras en metros.- Longitud del tramo en metros.

RESULTADO.

3.3.2.7 Tabla de ubicación de estructuras.

En la tabla de ubicación de la estructura debe constar los siguientes datos: el número, tipo de estructura y su altura, el kilometraje, la cota de la base, el vano hacia adelante, el vano medio, el ángulo de desviación de la cadena, su peso aproximado, sus extensiones de laderas, vano regulador

3.3.2.8 Tabla de tendido y offset.

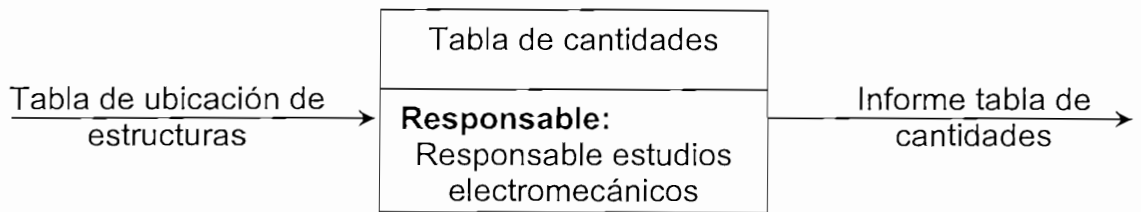


Esta carga incluye los esfuerzos derivados del empleo de las estructuras de anclaje como remate provisorio, es decir que pueden faltar conductores en uno u otro lado de la torre, en todas las combinaciones posibles.

El proyectista de las estructuras deberá indicar si las estructuras de anclaje requieren el refuerzo de tirantes de montaje provisorios. Indica la disposición de estos tirantes y determina las solicitaciones derivadas de su empleo. En todo caso estos tirantes se deberán fijar a la estructura en puntos especialmente

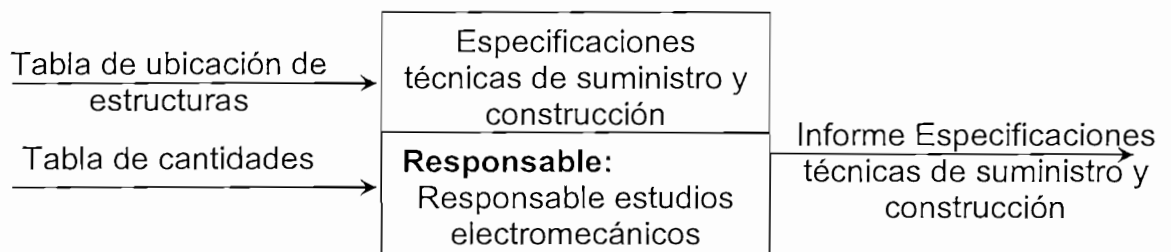
dispuestos para ese objeto, situados de modo que no se interfiera el montaje de las cadenas de aisladores.

3.3.2.9 Tabla de cantidades.



En esta actividad se desarrolla el informe de la cantidad de material que se puede utilizar en la obra y se tiene un presupuesto referencial de lo que se va a utilizar para tener una base para el concurso con los oferentes para la construcción.

3.3.2.10 Especificaciones técnicas de suministro y construcción.



El diseñador presenta un documento en el cuál debe constar en lo principal las características de la línea.

Las especificaciones técnicas deben darse de acuerdo al suministro así:

- Especificaciones técnicas de estructuras.
- Especificaciones técnicas de aisladores y accesorios.
- Especificaciones técnicas de conductores.

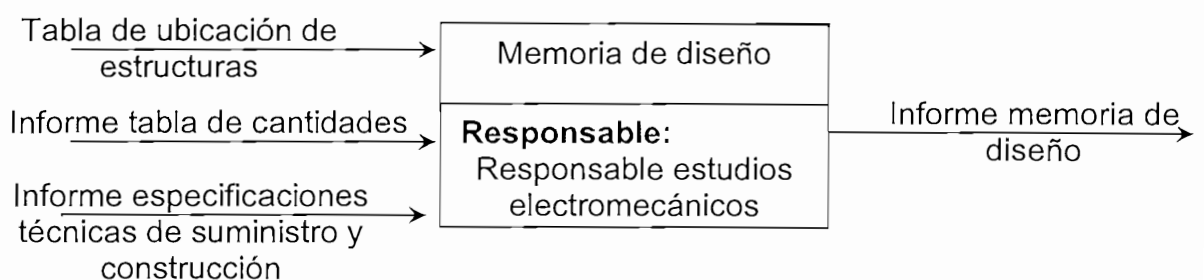
En las especificaciones técnicas de suministro debe constar por lo menos:

- Alcance.
- Normas.
- Requerimientos generales.
- Requerimientos específicos.
- Pruebas.
- Diseños y datos a suministrarse.
- Medida y forma de pago.

En las especificaciones técnicas de la construcción debe constar:

- Caminos de acceso.
- Desbroce fundaciones de las torres y obras complementarias.
- Hormigones y acero de refuerzo.
- Erección de torres y postes de acero.
- Montaje de conductores, cables de guardia y accesorios.

3.3.2.11 Memoria de diseño.



En la memoria de diseño se tiene un resumen detallado de todo lo referente a las actividades realizadas.

En la memoria de diseño debe constar:

- Antecedentes.
- Ruta y topografía.

- Aislamiento.
- Puesta a tierra.
- Cálculo mecánico de conductor y cable de guardia.
- Estructura tipo.
- Cargas mecánicas de diseño.
- Ubicación de estructuras.
- Tablas de tendido.
- Capacidad de conducción.
- Informe estudio de suelos.

3.3.2.12 Diseño de fundaciones tipo.

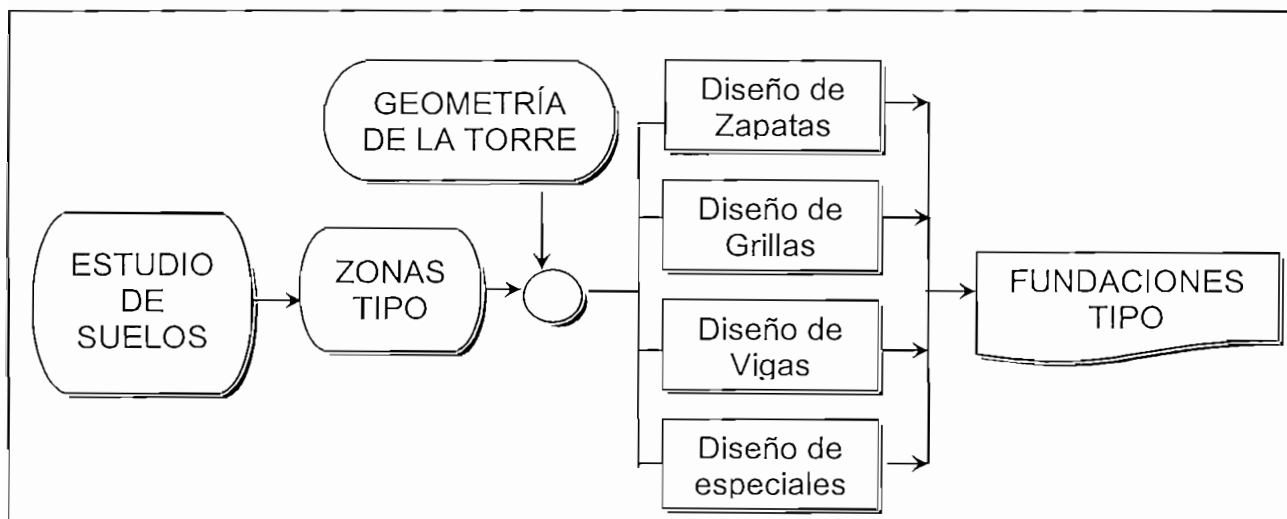
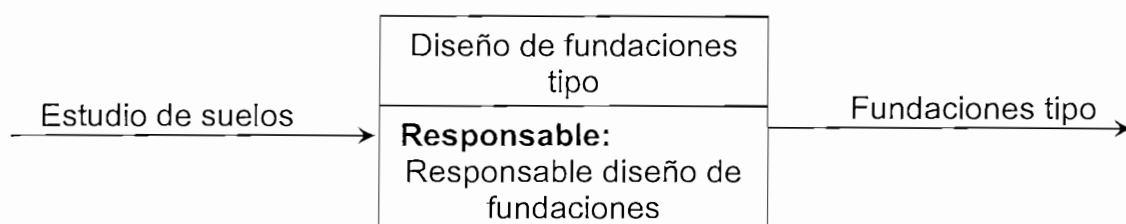


FIGURA 3.5 Diagrama diseño de fundaciones tipo

DATOS:

Para realizar el diseño de fundaciones se necesita los siguientes datos:

- Estudio de suelos.

- Zonas tipo.
- Geometría de la torre.

FUNDACION:

Fundación es la parte estructural encargada de transmitir las cargas al terreno, por lo que la fundación se realiza en función del mismo, como todo no se encuentra a la misma profundidad se debe tener una adecuada decisión de la elección del tipo de fundación a utilizar.

Para el diseño de fundaciones se parte de los datos de esfuerzos de las torres, y de los tipos de suelos encontrados.

El máximo esfuerzo transmitido por la estructura al suelo de fundación no debe exceder la capacidad de carga especificada de acuerdo al tipo de suelo.

Cada estructura tendrá cimientos independientes que dependerán de las condiciones del suelo predominante en cada ubicación.

3.3.2.12.1 Diseño de zapatas.

Las zapatas pueden ser de hormigón en masa o armado con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras.

El diseño de tipo de zapata a utilizarse deberá proyectarse de modo que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos metálicos.

3.3.2.12.2 Diseño de grillas.

Las grillas son fundaciones metálicas diseñadas para soportar coeficientes de carga y de resistencia, este tipo de cimentación se debe proteger contra la oxidación.

3.3.2.12.3 *Diseño de vigas.*

A las vigas se las utiliza para reforzar a las zapatas, tiene la misión de absorber el momento de vuelco de la zapata descentrada, tiene una gran inercia y esta fuertemente armada.

3.3.2.12.4 *Diseño de fundaciones especiales.*

Según el tipo de suelo es necesario se diseñen otro tipo de fundaciones que soporten el arrancamiento, compresión y esfuerzos horizontales. Como por ejemplo los pilotes y zapatas tipo pata de elefante.

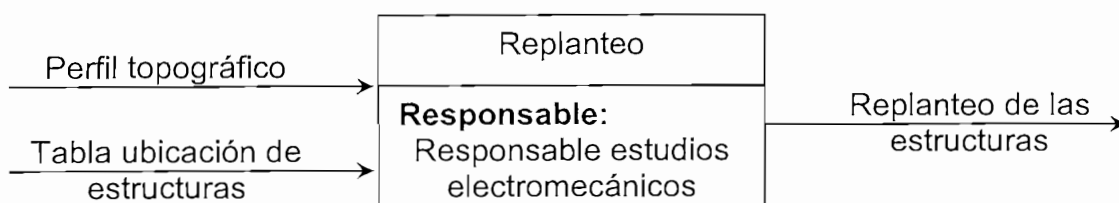
Pilotes: Elementos de cimentación de gran longitud que se hincan directamente en el terreno o bien se construyen en una cavidad previamente abierta en el mismo. Es necesaria cuando la cimentación superficial o semiprofunda no es posible por razones técnicas.

RESULTADO:

3.3.2.12.5 *Fundaciones tipo.*

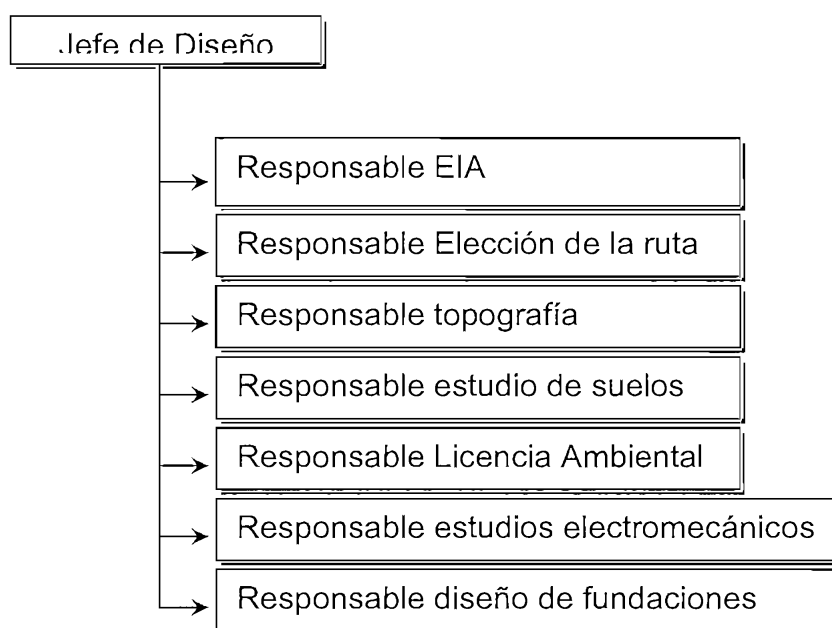
El diseño de las fundaciones será presentado en forma documentada del tipo de fundación a utilizarse en cada estructura, se entregará los estudios de mecánica de suelos realizados a nivel de vértices.

3.3.2.13 **Replanteo.**



El replanteo y el estacamiento del sitio de implantación de la estructura se lo realizan de acuerdo a los planos y tablas de ubicación de las mismas y la comprobación en el sitio de las distancias y cotas de las estructuras como también en sitios donde se prevé que las distancias de seguridad del conductor al suelo son críticas.

3.4 ORGANIGRAMA PERSONAL ENCARGADO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN



3.4.1 JEFE DE DISEÑO.

Nombre del cargo: Jefe de Diseño.

Informa a: Supervisor de Líneas de Transmisión.

Supervisa a: Responsable EIA.
 Responsable elección de la ruta.
 Responsable topografía.
 Responsable estudio de suelos.
 Responsable licencia ambiental.
 Responsable estudios electromecánicos.
 Responsable diseño de fundaciones.

Actividades a cargo: Recopilar información.
Realizar plan.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Coordinar la planificación y ejecución de los diseños de la nueva línea de transmisión propuesta por la Gerencia de Planificación. Los resultados obtenidos serán presentados al encargado de la construcción de la línea.

Responsabilidades:

- Tomar las decisiones en el área a su cargo, siendo responsable de las mismas ante sus superiores inmediatos; distribuir y asignar tareas al personal que se encuentra a su cargo.
- Consolidar la programación del tiempo y recursos requeridos para la realización de cada una de las tareas dadas en este proceso.
- Supervisar y controlar los indicadores de desempeño del personal con funciones asignadas en la Dirección, ajustando los perfiles y niveles ocupacionales requeridos para el cumplimiento de las funciones técnicas y administrativas.
- Coordinar la ejecución de estrategias para el mejoramiento de la fase de diseño de líneas de transmisión.
- Supervisar el funcionamiento del sistema integrado de información y la difusión de información relevante y fiable para mejorar la toma de decisiones.
- Entregar los resultados del diseño de la línea en estudio al encargado del proceso de Construcción de Líneas de Transmisión.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería Eléctrica.
- Experiencia en la ejecución de proyectos de diseño y construcción de líneas de transmisión no menor a 5 años.
- Experiencia en la organización y conducción de equipos de trabajo multidisciplinarios.
- Conocimientos de los procedimientos, reglamentos, utilizados por el Sector Eléctrico Ecuatoriano.

Preferencia: Ing. Eléctrico

3.4.2 ESTUDIOS DE CAMPO

En los estudios de campo las personas asignadas deben cumplir con los siguientes requerimientos y sus respectivas responsabilidades.

3.4.2.1 Responsable EIA.

Nombre del cargo: Responsable EIA.

Informa a: Jefe De Diseño.

Supervisa a: Ing. Geólogo.

Arqueólogo.

Fotógrafo.

Obreros.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Coordinar los estudios de impacto ambiental que pueden producir con la construcción de la línea antes de realizar el diseño básico.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Coordinar la ejecución de las estrategias de intervención y metodologías de trabajo definidas para la prestación de servicios técnicos en la ejecución de las actividades de los estudios de impacto ambiental.
- Entregar los resultados de los estudios de impacto ambiental tanto el preliminar como posteriormente el definitivo de la línea en estudio al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria Medio Ambiente.
- Experiencia en la ejecución de proyectos de estudios en medio ambiente no menor a 1 año.
- Tener conocimiento de la Normativa Pertinente del Sector Eléctrico, de los cambios que propone el CONELEC, leyes de gestión, de control y prevención de la contaminación ambiental, leyes forestales, etc.
- Aptitud para movilizarse, organizar y supervisar grupos de trabajo en sectores fuera de la ciudad.

Preferencia: Ing. Medio Ambiente.

3.4.2.2 Responsable elección de la ruta.

Nombre del cargo: Responsable elección de la ruta.

Informa a: Jefe De Diseño.

Supervisa a: Ing. Medio Ambiente

Topógrafo.

Ing. Suelos.

Obreros.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Coordinar con el responsable de EIA la mejor opción tanto técnica como económica de la elección de la ruta de la línea.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Marcación sobre el terreno de los vértices de la línea.
- Entregar los resultados de la elección de la ruta tanto técnica como económica al Jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería Eléctrica, Geología, Medio Ambiente.
- Experiencia en la ejecución de proyectos de estudios de elección de la ruta de una línea de transmisión menor a 2 años.
- Experiencia en la organización, coordinación y conducción de equipos de trabajo.
- Aptitud para movilizarse, organizar y supervisar grupos de trabajo en sectores fuera de la ciudad.

Preferencia: Ing. Eléctrico

3.4.2.3 Responsable topografía.

Nombre del cargo: Responsable Topografía.

Informa a: Jefe De Diseño.

Supervisa a: Topógrafo.
Auxiliar topografía.
Cadeneros.
Macheteros.
Dibujante.
Calculista.
Chofer.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Coordinar con el responsable de la elección de la ruta para la realización de los estudios de topografía que se van a realizar en la línea en estudio.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Entregar los resultados de los trabajos de topografía de la Línea de Transmisión, tales como: materialización de la ruta definitiva, estacado y monumentación, levantamiento topográfico del perfil longitudinal de la línea, planimetría, replanteo, digitalización, equipo, precisión de los trabajos, cálculos, planos y recepción de los trabajos, al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería Civil.

- Experiencia en levantamiento topográfico, preferentemente para líneas de transmisión.
- Aptitud para movilizarse, organizar y supervisar grupos de trabajo en sectores fuera de la ciudad.

Preferencia: Ing. Civil.

3.4.2.4 Responsable estudios de suelos.

Nombre del cargo: Responsable Estudio de Suelos.

Informa a: Jefe De Diseño.

Supervisa a: Ing. Suelos.

Geólogo.

Obreros.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Realiza los estudios de suelos en cada uno de los sitios donde se levantarán las estructuras.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Entregar los resultados de los trabajos de estudios de suelos de la Línea de Transmisión, al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería de Suelos.
- Experiencia en clasificación de suelos.

- Aptitud para movilizarse, organizar y supervisar grupos de trabajo en sectores fuera de la ciudad.

Preferencia: Ing. Suelos.

3.4.2.5 Responsable licencia ambiental.

Nombre del cargo: Responsable licencia ambiental.

Informa a: Jefe De Diseño.

Supervisa a: Ing. Geólogo.
Ing. Ambiental.
Obreros.

Tiempo de dedicación: 40%

Resumen del cargo: Coordinar con los responsables de los estudios de impacto ambiental y la elección de la ruta, para tener una base para tener la licencia ambiental de la línea.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Entregar la licencia ambiental al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Geología, Medio Ambiente.
- Experiencia en la ejecución de proyectos en la aprobación de licencia ambiental de por lo menos 1 año.

Preferencia: Medio ambiente.
Agro legal.

3.4.3 DISEÑO BÁSICO.

3.4.3.1 Responsable estudios electromecánicos.

Nombre del cargo: Responsable de estudios electromecánicos.
Informa a: Jefe de Diseño.
Actividades a cargo: Definición de conductor a utilizar.
 Diseño de puesta a tierra.
 Estudio coordinación de aislamiento.
 Diseño de estructuras tipo.
 Ubicación de estructuras.
 Tabla de ubicación de estructuras.
 Tabla de tendido y offset.
 Tabla de cantidades.
 Especificaciones técnicas de suministro y construcción.
 Memoria de diseño.
 Presupuesto referencial.
 Replanteo.

Tiempo de dedicación: 100%

Resumen del cargo: Coordinar la planificación y ejecución de los diseños electromecánicos de la línea.

Responsabilidades:

- Tomar las decisiones en el área a su cargo, siendo responsable de las mismas ante sus superiores inmediatos; distribuir y asignar tareas al personal que se encuentra a su cargo.

- Coordinar la ejecución de estrategias para el mejoramiento de la fase de diseño electromecánico de líneas de transmisión.
- Entregar los resultados del diseño electromecánico de la línea en estudio al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería Eléctrica.
- Experiencia en diseños electromecánicos no menor a 1 año.
- Experiencia en la organización y conducción de equipos de trabajo multidisciplinarios.

Preferencia: Ing. Eléctrico

CONDUCTOR A UTILIZAR

Tiempo de dedicación: 20%

Resumen de la actividad: Coordinar el diseño técnico y económico del conductor que se utilizará en la línea.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea.
- Entregar los resultados de los estudios de diseño de conductor al jefe de diseño.

DISEÑO DE PUESTA A TIERRA.

Tiempo de dedicación: 20%

Resumen de la actividad: Realizar un correcto diseño de puesta a tierra para cada estructura.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea.
- Entregar los resultados de los diseños de puesta a tierra, al jefe de diseño.

DISEÑO DE AISLAMIENTO.

Informa a: Jefe De diseño.

Tiempo de dedicación: 20%

Resumen de la actividad: Coordinar la ejecución del aislamiento de la línea de transmisión.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea.
- Entregar los resultados del diseño de aislamiento de la Línea de Transmisión, al jefe de diseño.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS TIPO.

Informa a: Jefe De Diseño.

Tiempo de dedicación: 50%

Resumen de la actividad: Coordinar los estudios del tipo de estructuras que se utilizarán en la línea.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea.
- Entregar los diseños del tipo de estructura que se utilizaran en la línea al jefe de diseño.

TABLA DE UBICACIÓN DE ESTRUCTURA.

Informa a: Jefe De Diseño.

Tiempo de dedicación: 50%

Resumen del cargo: Responsable de la elaboración de la tabla de ubicación, de la ubicación de estructuras y del replanteo.

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea.
- Entregar la tabla de ubicación de estructuras tanto preliminar como definitiva al jefe de diseño.

3.4.3.2 Responsable diseño de fundaciones.

Nombre del cargo: Responsable Diseño de Fundaciones

Informa a: Jefe De Diseño.

Tiempo de dedicación: 50%

Resumen del cargo: Coordinar con el responsable de los estudios de suelos los tipos de suelos existentes en la línea y con estos datos realizar un correcto diseño de fundaciones y los tipos de fundaciones que se utilizaran en la línea..

Responsabilidades:

- Participar en la programación presupuestaria del diseño de la línea, así como de las actividades del área; distribuir, asignar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
- Entregar los resultados de los tipos de fundaciones que se utilizaran en cada estructura de la línea de Transmisión, al jefe de diseño.

Requisitos:

- Formación universitaria completa en Ingeniería Civil.
- Experiencia en diseño de fundaciones de 2 años.

Preferencia: Ing. Civil.

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	INFORMACION REQUERIDA	INFORMACIÓN A ENTREGAR
Disposición de líneas de transmisión	Supervisor L/T	Planificación	Orden de Trabajo
Nombrar al responsable	Supervisor L/T	Orden de Trabajo	Encargado del proceso
Recopilar información	Jefe de Diseño	Encargado del proceso	Información clasificada
Realizar el plan	Jefe de Diseño	Información clasificada	Plan concluido
Aprobar el plan	Supervisor L/T	Plan concluido	Conocimiento al grupo de trabajo
EIA Preliminar	Responsable EIA	Plan aprobado	Informe EIAP
Definición de la ruta	Responsable Elección de la ruta	Informe EIAP	Ruta definida
Levantamiento topográfico	Responsable Topografía	Ruta definida	Inspección y recepción ce trabajos topografía
Estudio de suelos	Responsable Estudio de Suelos	Ruta definida	Informe Estudio de suelos
Tramite en el CONELEC	Responsable EIA	Informe EIAP Ruta definida	Observaciones CONELEC
Ejecución de observaciones CONELEC	Responsable EIA	Observaciones CONELEC	Aprobación CONELEC
EIA Definitivo	Responsable EIA	Aprobación CONELEC	Informe EIAD
Ruta aprobada	Responsable Elección de la ruta	Aprobación CONELEC	Informe ruta aprobada
Obtención de licencia ambiental	Responsable EIA	Informe EIAD Informe ruta aprobada	Licencia ambiental
Conductor a utilizar	Responsable diseño básico	Datos planificación	Resultado del

		Información clasificada	conductor a utilizar
Diseño de puesta a tierra	Responsable diseño básico	Medida de la resistividad eléctrica del suelo	Conexión a tierra
Estudio coordinación de aislamiento	Responsable diseño básico	Informe EIA y características técnicas de L/T	Número de aisladores y distancias de seguridad
Diseño de estructuras tipo	Responsable diseño básico	Conductor a utilizar, número de aisladores	Estructuras tipo a utilizar
Ubicación de estructuras	Responsable diseño básico	Hipótesis de carga, conductor utilizar, topografía	Ubicación de estructuras en el perfil
Tabla de ubicación de estructuras	Responsable diseño básico	Ubicación de estructuras	Tabla de ubicación de estructuras
Tabla de tendido y offset	Responsable diseño básico	Tabla de ubicación de estructuras	Tabla de tendido y offset
Tabla de cantidades	Responsable diseño básico	Tabla de ubicación de estructuras	Tabla de cantidades
Especificaciones técnicas de suministro y construcción	Responsable diseño básico	Tabla de ubicación de estructuras, Tabla de cantidades	Especificaciones técnicas de suministro y construcción
Memoria de diseño	Responsable diseño básico	Tabla de ubicación de estructuras, Tabla de cantidades, Especificaciones técnicas de suministro y construcción	Memoria de diseño
Diseño de fundaciones	Responsable diseño de fundaciones	Estudio de suelos	Fundaciones tipo
Imposición de servidumbre	Perito Evaluador	Aprobación de imposición de servidumbre por el CONELEC	Convenios y pago a propietarios

3.5 BIBLIOGRAFIA.

[3.1] INECEL. " Normas de Diseño de Líneas de Transmisión de 138 kV ". 1975. Quito - Ecuador.

[3.2] Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). " Factores de Seguridad Mecánica para Líneas de Transmisión ". Ing. Arturo Gajardo V. Santiago – Chile. Mayo 1976.

[3.3] Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). " Curso de Líneas de Transmisión Para Profesionales ". Santiago – Chile.

[3.4] Rubens Dario Puchs, Marcio Tadeu de Almeida. " Projetos Mecanicos Das Linhas Aereas de Transmissao ". Centrais Electricas Brasileiras S/A. Escola Federal de Engenharia de Itajaba. Editora Edgard Blucher Ltda.

[3.4] Electric Power Research Institute. " Transmision Line Reference Book 345 kV and Above. 3412 Hillview Avenue, Palo Alto, CA 94304

[3.5] Ministerio de Energía y Minas, Dirección Ejecutiva de Proyectos, Norma: Mem/Dep-111, " Especificaciones Técnicas Para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas de Transmisión "., Versión 2003-0.

[3.6] Ing. Paul Villagomez. " Seminario Desarrollo de Proyectos de Generación Eléctrica. Septiembre del 2003

[3.7] Suma Consultoria Cia. Ltda. Suconcol. " Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Línea de Trasmisión Tena - Coca y Subestación Eléctrica Coca ". Guayaquil – Ecuador. Diciembre - 2002

[3.8] Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ingeniería Departamento Electrotecnia. " Apuntes de: "Diseño de Líneas Eléctricas". <http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/le-index.htm>

[3.9] Especificaciones Técnicas para Levantamiento Topográfico "Concurso de Ofertas para Levantamiento Topográfico TRANSELECTRIC S.A."

[3.10] Alcoa Engineering Handbook "Current – Temperatura characteristics of aluminum conductors" section 6.

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE COSTOS PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

Para una empresa es indispensable conocer los costos unitarios del producto si se quiere medir las utilidades. Los datos de los costos unitarios pueden ser muy útiles para el control de los costos y para la toma de decisiones.

En este capítulo se presenta un desarrollo de análisis de estimación de costos en el proceso de diseño de líneas de transmisión para un kilómetro de línea.

4.1 INTRODUCCIÓN.

Esta estimación de costo se la realizó mediante el análisis de costos unitarios en cada una de las actividades, esto es de importancia para disponer de un control administrativo así como de una referencia del costo de cada actividad y de su totalidad.

El análisis de costo se realiza mediante la ejecución del programa Microsoft Project 2000. La solución y guía de este programa se encuentra en el ANEXO 3A.

4.2 PRECIOS UNITARIOS.

En el proceso de diseño de líneas de transmisión se puede establecer cantidades aproximadas para esto en algunas actividades se realizan contratos a precios unitarios.

Los precios unitarios se dividen en dos componentes:

- ✓ Costos Directos.
- ✓ Costos Indirectos.

El análisis de precios unitarios tiene la siguiente forma:

$$\text{PRESUPUESTO} = \text{COSTOS DIRECTOS} + \text{COSTOS INDIRECTOS}$$

4.2.1 COSTOS DIRECTOS.

Un costo directo es aquel que se puede asignar específicamente a un segmento del negocio, esto significa que es directo respecto al producto.

Generalmente los costos de materiales y mano de obra directa son costos directos respecto al producto ya que se asignan directamente a él mismo.

En sí los costos directos podremos decir que son:

- ✓ Mano de Obra.
- ✓ Materiales.
- ✓ Transporte.
- ✓ Equipos y herramientas.

4.2.2 COSTOS INDIRECTOS.

Son todos los costos que no están clasificados como mano de obra directa ni como materiales directos. La función de estos costos es ofrecer y mantener espacio y facilidades para los departamentos de producción y servicios.

En otras palabras son todos aquellos gastos generales no considerados en los costos directos. También a estos costos indirectos se le puede denominar como insumos que son ayudas para realizar las actividades.

Algunos materiales que son considerados como costos indirectos, pueden ser cuantificados por su uso, es decir por el hecho de su utilización estos ya tienen un costo indirecto.

Los costos indirectos de un departamento de producción constan de los siguientes rubros.

- ✓ Mano de obra indirecta.
- ✓ Costos administrativos.
- ✓ Licitaciones y contratos.
- ✓ Gastos financieros.
- ✓ Oficinas.
- ✓ Consultorías.
- ✓ Utilidad
- ✓ Riesgos e imprevistos.
- ✓ Otros gastos.

4.3 ANALISIS DE COSTOS PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

[4.1] [4.2] [4.3]

En el caso del proceso de diseño de líneas de transmisión a los costos directos e indirectos los hemos tomado los generales para cada una de las actividades y así se resumen en los siguientes cuadros.

Estos cuadros sirven como una base de datos para el ingreso en el programa que se utilizó para realizar el análisis de precios unitarios.

COSTOS DIRECTOS

COSTO PERSONAL						
CATEGORÍA	RECIBE LÍQUIDO EL TRABAJADOR				COSTO EMPRESA	
	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO	HORARIO	MENSUAL	HORARIO
Ing. Eléctrico (Jefe del diseño)	2408.76	602.19	80.29	10.04	3300	13.75
Ing. Eléctrico	1927.01	481.75	64.23	8.03	2640	11.00
Ing. Civil	1600	400	53.33	6.67	2192	9.13
Ing. Geólogo	1500	375	50.00	6.25	2055	8.56
Ing. Medio Ambiente	1500	375	50.00	6.25	2055	8.56
Ing. Suelos	1500	375	50.00	6.25	2055	8.56
Perito Evaluador	2100	525	70.00	8.75	2877	11.99
Lcdo. En Derecho	2100	525	70.00	8.75	2877	11.99
Arqueólogo	1300	325	43.33	5.42	1781	7.42
Sociólogo	1200	300	40.00	5.00	1644	6.85
Biólogo	1200	300	40.00	5.00	1644	6.85
Geólogo	1200	300	40.00	5.00	1644	6.85
Topógrafo	800	200	26.67	3.33	1096	4.57
Auxiliar de Topografía	450	112.5	15.00	1.88	616.5	2.57
Laboratorista	700	175	23.33	2.92	959	4.00
Ayudante Laboratorista	600	150	20.00	2.50	822	3.43
Perforador	600	150	20.00	2.50	822	3.43
Asistente	600	150	20.00	2.50	822	3.43
Dibujante	500	125	16.67	2.08	685	2.85
Secretaria	450	112.5	15.00	1.88	616.5	2.57
Chofer	450	112.5	15.00	1.88	616.5	2.57
Obrero	500	125	16.67	2.08	685	2.85
Machetero	400	100	13.33	1.67	548	2.28
Mensajero	450	112.5	15.00	1.88	616.5	2.57

Tomado de los precios unitarios dados por los oferentes en los diferentes concursos que realiza TRANSELECTRIC S.A. en los estudios que realiza.

EQUIPO Y MATERIAL		COSTO USO (\$)
	Vehículo	40
	GPS	2
	Walkie Talkie	2
	Vehículo	40
	Herramienta menor	10
	Computador	3
	Materiales, papel, disket	10
	Ploter	50
	Sonómetro	2
	Gausiometro	2
	Material técnico	30
	Equipo de perforación	2.25/h
	Laboratorio de suelos	4/h
	Megger	2

Estos costos son diarios o por la utilización diaria de los equipos y materiales.

COSTOS INDIRECTOS

INSUMOS		Costo Mensual	Costo Semanal	Costo horario
	Oficina	200	50	0.83
	Agua	20	5	0.08
	Luz	40	10	0.17
	Teléfono	140	35	0.58

INSUMOS		COSTO USO (\$)
	Combustible	12
	Estacas	2
	Pintura	3
	Hitos de hormigón	10

Estos costos se refieren al uso o cuando se los utiliza.

DEFINICIÓN DE LA RUTA

TAREAS	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL										
	PERSONAL						EQUIPO Y MATERIAL				TIEMPO ESTIMADO (1km)
	Ingeniero Geólogo	Ingeniero Eléctrico	Ingeniero Civil	Obrero	Chofer	Vehículo	Computador	Hitos de hormigón	Herramienta menor	Estacas	
Inspección del campo	X	X	X	X	X	X			X	X	
Trazado preliminar de la ruta	X	X	X	X						X	0.15d
Materialización de vértices provisionales			X	X			X	X	X	X	0.19d

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR

TAREAS	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL														TIEMPO ESTIMADO (Días)			
	PERSONAL										EQUIPO Y MATERIAL							
	Ing. Medio Ambiente	Arqueólogo	Sociólogo	Biólogo	Geólogo	Ing. Civil	Asistente	Secretaria	Chofer	Vehículo	GPS	Sonómetro	Gausímetro	Material, papel, disks		Computador	Herramientas menores	Material técnico
Recopilación, análisis y selección de informes	X	X	X	X	X	X		X						X	X		X	0.5
Marco de referencia legal y administrativo	X							X						X	X			0.25
Delimitación del área de influencia						X			X	X								0.75
LINEA BASE Y TRABAJO DE CAMPO																		
▪ Descripción del medio físico	X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			0.75
▪ Descripción del medio biótico				X				X	X	X	X			X	X			0.75
▪ Descripción del medio socioeconómico y cultural		X	X							X				X	X			0.75
▪ Identificación de impactos ambientales	X	X	X	X	X	X	X		X									1
▪ Evaluación de impactos ambientales	X	X	X	X	X	X	X							X	X			1
Plan de manejo ambiental preliminar	X						X	X						X	X			0.5
Audiencias públicas	X		X											X	X			0.5
Preparación del informe final	X						X	X						X	X			0.25

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA

TAREAS	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL													TIEMPO ESTIMADO (1km)							
	PERSONAL				EQUIPO Y MATERIAL					INSUMOS											
	Ingeniero Civil	Topógrafo	Auxiliar de Topografía	Macheteros	Obrero	Chofer	Dibujante	Secretaria	Estación Total	GPS	Walkie Talkie	Vehículo	Herramientas menores	Computador	Materiales, papel, disket	Plotter	Combustible	Estacas	Pintura	Hitos de hormigón	
Polígono base y enlace entre vértices	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X	X			1d
Desbroce y alineación de vértices	X		X	X	X	X			X		X	X	X				X	X			1d
Levantamiento del perfil longitudinal y planimetría	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X				X	X			1.5d
Amojonamiento y referencias			X	X	X	X						X	X				X	X			0.5d
Procesamiento de información y elaboración de planos		X					X	X						X	X	X					0.25d
Entrega y recepción	X	X				X						X					X				0.25d

ESTUDIO DE SUELOS.

ACTIVIDADES	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL													TIEMPO ESTIMADO (1Km) ⁽³⁾ perforaciones)		
	PERSONAL						EQUIPO Y MATERIAL									
	Ing. Geólogo	Ing. Suelos	Ing. Civil	Perforador	Laboratorista	Ayudante laboratorista	Obrero	Chofer	Secretaria	Herramienta menor	Equipo de perforación	Laboratorio de suelos	Vehículo		Computador	Materiales, papel, disket
Definición de sitios de estudio	X	X					X						X	X	X	0.06d
Perforación, ensayos SPT, toma de muestras		X		X			X		X	X			X		X	0.19d
Ensayos de clasificación		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	0.16d
Compresión simple		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	0.13d
Densidad natural		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	0.13d
Ensayo triaxial		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	0.25d
Consolidación		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	0.63d
Calicatas	X	X					X	X	X		X	X	X			0.25d
Informe técnico		X	X						X					X	X	0.13d

ACTIVIDADES EN EL CONELEC.

ACTIVIDADES	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL										TIEMPO ESTIMADO (1km)	
	PERSONAL							EQUIPO Y MATERIAL				
	Ing. Eléctrico (Jefe del diseño)	Ing. Eléctrico	Ing. Medio Ambiente	Ing. Geólogo	Mensajero	Perito Evaluador	Secretaria	Chofer	Vehículo	Computador		Materiales, papel, disket
Ingreso del estudio, revisión y observaciones	X				X		X	X	X	X	X	0.8d
Ejecución de observaciones		X	X	X				X	X			0.25d
Imposición de servidumbre												
<ul style="list-style-type: none"> Recopilación de información e informe 	X					X	X			X	X	0.25d
<ul style="list-style-type: none"> Entrega de tramite de servidumbre 					X			X	X			0.125d
<ul style="list-style-type: none"> Tramite de obtención de la resolución de servidumbre 												15d

OBTENCIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL.

TAREAS	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL						TIEMPO ESTIMADO (1km)
	PERSONAL				EQUIPO Y MATERIAL		
	Ingeniero Eléctrico (Jefe)	Mensajero	Secretaria	Chofer	Vehículo	Computador	
Elaboración de documentos y entrega	X	X	X	X	X	X	0.75d
Tramite de obtención de la licencia ambiental							15d

DISEÑO ELECTROMECHANICO.

ACTIVIDADES	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL										TIEMPO ESTIMADO (1km)
	PERSONAL			EQUIPO Y MATERIAL							
	Ing. Eléctrico(Jefe del diseño)	Ingeniero Eléctrico	Secretaria	Dibujante	Chofer	Vehículo	Computador	Materiales, papel, disket	GPS	Megger	
Conductor a utilizar		X	X				X	X			0.75d
Diseño de puesta a tierra		X	X	X	X	X	X	X	X	X	0.81d
Estudio coordinación de aislamiento		X	X				X	X			0.5d
Diseño de estructuras tipo		X	X	X			X	X			1.5d
Ubicación de estructuras		X		X			X	X			0.31d
Tabla de ubicación de estructuras		X					X	X			1d
Tabla de tendido y offset		X					X	X			0.5d
Tabla de cantidades		X					X	X			0.25d
Especificaciones técnicas de suministro y construcción		X					X	X			0.5d
Memoria de diseño	X	X	X				X	X			0.5d

MATRIZ DEL PERSONAL DISEÑO CIVIL.

ACTIVIDADES	PERSONAL, EQUIPO, MATERIAL						TIEMPO ESTIMADO (1km)
	PERSONAL			EQUIPO Y MATERIAL			
	Ingeniero Civil	Dibujante	Secretaria	Material técnico	Computador	Material, papel, disket	
Diseño de zapatas	X	X			X	X	0.19d
Diseño de grillas	X	X			X	X	0.125d
Diseño de vigas	X	X			X	X	0.125d
Diseño de especiales	X	X			X	X	0.125d
Dibujo del esquema de fundación	X	X		X	X	X	0.5d
Realización y Entrega del diseño	X		X		X	X	0.125d

4.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

El programa utilizado en esta parte de la tesis para el análisis de precios unitarios en el proceso de diseño de líneas de transmisión es el Microsoft Project 2003, la resolución del mismo se encuentra en el ANEXO 3A.

El programa toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Nombre del proceso.
- Nombre de los subprocesos.
- Actividades.
- Tiempo de ejecución de las actividades.
- Recursos.
- Costo de cada recurso.

El ingreso del proceso, subprocesos y actividades se lo hace de la siguiente manera:

- ✓ Ingrese el nombre de la actividad o de la tarea con su tiempo de ejecución y la actividad que se precede a la misma si es el caso.

Del ingreso de los recursos:

- ✓ Se ingresa el nombre del recurso, el tipo de recurso su capacidad máxima y el costo de cada uno.

El programa se encarga de darnos el resumen del costo de la siguiente manera:

$$\text{COSTO} = \text{COSTO REAL} + \text{COSTO RESTANTE} + \text{COSTO FIJO}$$

Siendo:

- Costo fijo: Es el costo del gasto de una actividad o tarea que no este asociada con un costo del recurso.
- Costo restante: Es el gasto programado restante de una tarea se produce cuando todos los recursos asignados a la tarea completen el trabajo programado restante. Se lo calcula de la siguiente manera:

$$\text{Costo restante} = (\text{Trabajo restante} * \text{Tasa estándar}) + \text{Costo de horas extra restante}$$

Donde:

Costo de horas extra restante: Es el costo de horas extras que se debe gastar todavía en una tarea. En el caso que estamos analizando a este costo lo consideramos cero ya que en procesos no existen horas extras.

Tasa estándar: Es la tasa de pago por trabajo normal, no extra, realizado por un recurso.

Trabajo restante: Es la cantidad de tiempo, o de personas-hora, que todavía necesitan un recurso para completar todas las tareas asignadas.

- Costo real: Son los costos contraídos por el trabajo realizado por todos los recursos de una tarea, junto a cualquier otro costo que este registrado a la tarea. Microsoft Project los calcula así.

$$\text{Costo real} = (\text{Trabajo real} * \text{Tasa estándar}) + (\text{Trabajo real de horas extra} * \text{Tasa de horas extra}) + \text{Costos por uso del recurso} + \text{Costo fijo de la tarea}$$

Donde:

Costo por uso del recurso: Es el costo que se acumula cada vez que se utiliza un recurso. No varía según la cantidad de tiempo que se utilice un recurso y es independiente del número de unidades.

Tasa de horas extra: Es la tasa de pago para el trabajo de horas extra realizado por un recurso.

Trabajo real de horas extras: Es la cantidad de horas extras que deberán realizar todas las tareas asignadas a un recurso.

Trabajo real: Es el trabajo que contiene la cantidad total de trabajo programado que un recurso realiza realmente en todas las tareas asignadas. Este campo muestra el trabajo total, o de las personas por hora, para un recurso.

El desarrollo de todos estos aspectos se encuentran detallados en el ANEXO 3A.

4.3.3 RESUMEN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presenta una tabla de resumen en la cuál constan los resultados obtenidos con el desarrollo del programa, en la tabla tenemos los costos de cada actividad y la suma total que nos da el precio unitario del proceso de diseño de líneas de transmisión.

**RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS DEL PROCESO DE DISEÑO DE
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.**

Nº	ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO (\$)
1	Disposición de líneas de transmisión	28.4
2	Nombrar al responsable	47.74
3	Recopilar información	28.4
4	Realizar el plan	99.84
5	Aprobar el plan	20.75
6	EIA Preliminar	415.53
7	Definición de la ruta	79.01
8	Levantamiento topográfico	500.01
9	Estudio de suelos	250.02
10	Tramite en el CONELEC	69.42
11	Ejecución de observaciones CONELEC	45.32
12	EIA Definitivo	180.57
13	Ruta aprobada	38.5
14	Obtención de licencia ambiental	77.39
15	Conductor a utilizar	66.79
16	Diseño de puesta a tierra	65.35
17	Estudio coordinación de aislamiento	28.37
18	Diseño de estructuras tipo	77.53
19	Ubicación de estructuras	18.55
20	Tabla de ubicación de estructuras	58.3
21	Tabla de tendido y offset	44
22	Tabla de cantidades	21.3
23	Especificaciones técnicas de suministro y construcción	45.3
24	Memoria de diseño	32.36
25	Diseño de fundaciones	93.07
26	Imposición de servidumbre	50.8
TOTAL PARA 1km DE LÍNEA		2482.62

4.4 CONTROLES DE EVALUCACIÓN.

Para el control del proceso se lo hace con la ayuda del Microsoft Project, que sirve de ayuda para controlar el desenvolvimiento o cumplimiento de cada una de las actividades en el tiempo que sea requerido.

Sí tenemos que diseñar una línea transmisión de un número de kilómetros determinado, podremos controlar cumplimiento y como la programación de cada una de estas actividades.

El programa tiene estándares de tiempo y estos han sido extraídos del tiempo de ejecución de actividades desarrolladas anteriormente de las cuales se ha sacado un promedio para la evaluación de las mismas.

Un ejemplo del programa se encuentra en el ANEXO 3B.

Un ejemplo para 54 km de línea que se quiere para diseñar en una línea de transmisión se necesita los siguientes tiempos:

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO
		DIAS
1	Disposición de líneas de transmisión	1
2	Nombrar al responsable	1
3	Recopilar información	10.8
4	Realizar el plan	5.4
5	Aprobar el plan	2
6	EIA Preliminar	51.75
7	Definición de la ruta	21.6
8	Levantamiento topográfico	60.75
9	Estudio de suelos	37.58
10	Tramite en el CONELEC	43.2
11	Ejecución de observaciones CONELEC	6.75
12	EIA Definitivo	21.38
13	Ruta aprobada	2
14	Obtención de licencia ambiental	15
15	Conductor a utilizar	6
16	Diseño de puesta a tierra	33.75
17	Estudio coordinación de aislamiento	4

18	Diseño de estructuras tipo	8.1
19	Ubicación de estructuras	16.2
20	Tabla de ubicación de estructuras	10.8
21	Tabla de tendido y offset	4
22	Tabla de cantidades	1
23	Especificaciones técnicas de suministro y construcción	1
24	Memoria de diseño	1
25	Diseño de fundaciones	27.00
26	Imposición de servidumbre	15.5
TOTAL DE DIAS		255.63

4.5 DISEÑO TÉCNICO

4.5.1 VISIÓN.

El proceso de diseño de líneas de transmisión tiene por objeto el determinar una alternativa de solución a los problemas que existen en el desarrollo de este proceso, con la utilización de la tecnología, información, y el potencial humano que son la base de procesos.

Para facilidad de la transmisión de la información entre los encargados de los subprocesos y actividades se utilizará un enlace de correo electrónico y también la información será almacenada en una base de datos general para todos.

La información preliminar será proporcionada por el departamento de planificación al encargado del proceso de diseño de líneas de transmisión.

La información que se obtenga de los subprocesos de estudios preliminares, estudios o diseño civil y estudios electromecánicos serán almacenados en una base de datos en la cual los encargados podrán tener acceso a los mismos y se podrá coordinar la información entre ellos. Previamente validada por el jefe de diseño.

El proceso busca minimizar el tiempo entre actividades y coordinar las mismas para ver quien empieza y quien termina con la finalidad de ser eficientes en el desarrollo del mismo.

4.5.2 OBJETIVOS.

El propósito de esta etapa de diseño es presentar un documento capaz de realizar la visión antes expuesta tomando en cuenta la tecnología, información y el potencial humano.

Especificar las dimensiones técnicas que tendrá el nuevo proceso.

Tener una estructura que sea flexible y permita a las personas encargadas del desarrollo del proceso responder a determinadas responsabilidades y compromisos

4.5.3 DISEÑO TECNICO.

El diseño técnico es una aplicación en el cuál participan la tecnología y la información para mejorar el rendimiento del proceso.

Toma en cuenta la especialización del trabajador para asignarle la responsabilidad de una actividad o actividades relacionadas entre sí, y a estas aplicarles tecnología.

Busca el método más idóneo de comunicación entre los trabajadores de primera línea y los ejecutivos superiores.

CARGOS Y EQUIPOS.

En el capítulo tres, identificamos las destrezas, los conocimientos y la orientación que se necesita para desarrollar los cargos actuales, en esta etapa se determinara cuál de los cargos se pueden mantener, subir de categoría o eliminar.

En la etapa de diseño técnico desarrollaremos las siguientes tareas:

- ✓ Modelar relaciones de entidades.
- ✓ Reexaminar conexiones de los procesos.
- ✓ Instrumentar e informar.
- ✓ Consolidar interfaces e información.
- ✓ Redefinir alternativas.
- ✓ Reubicar y reprogramar controles.
- ✓ Modularizar.
- ✓ Aplicar tecnología

A continuación desarrollaremos cada una de las actividades antes expuestas:

4.5.3.1 Modelar relaciones de entidades.

En esta tarea identificaremos las entidades y sus relaciones como primer nivel de un modelo informativo del proceso.

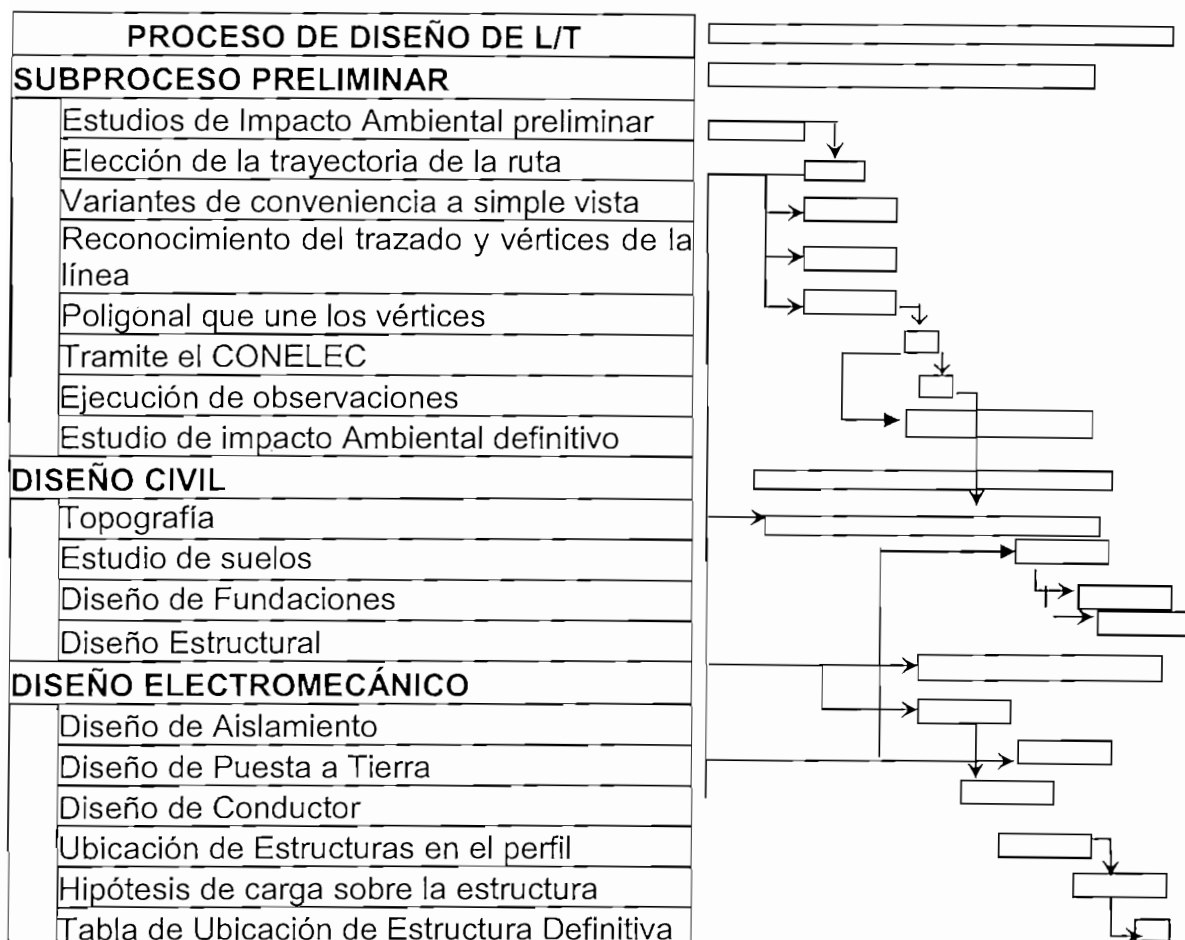
En nuestro proceso de diseño se tienen tres entidades principales que son: Estudios preliminares, diseño civil y diseño eléctrico. Estas tres están relacionadas entre sí para un buen desarrollo del proceso de diseño de líneas de transmisión.

4.5.3.2 Reexaminar conexiones de los procesos.

En esta etapa se busca una mejor coordinación entre actividades o reordenar actividades para mejorar el rendimiento del proceso.

El proceso de diseño de líneas de transmisión lo hemos redefinido por actividades que agregan valor y otras denominadas como tareas.

A continuación se presenta una propuesta de reordenamiento de las actividades para mejorar la calidad y el rendimiento del proceso.



4.5.3.3 Instrumentar e informar.

En esta tarea buscamos identificar la información que es necesaria para medir y manejar el rendimiento del proceso. La instrumentación y la información deben ir de la mano, ya que los instrumentos deben dar información comprensible, útil, completa y congruente.

El objetivo de esta tarea es identificar la información que verdaderamente es necesaria y que esta sea entregada con el menor tiempo a las personas responsables de las actividades. Esta información debe ser almacenada en lugares específicos para tener acceso inmediatamente a la misma.

Proceso Diseño de Líneas de Transmisión:

INFORMACIÓN	A QUIEN CORRESPONDE	INSTRUMENTOS	TRAMITACIÓN
Información proporcionada por Planificación	Jefe de Diseño	Archivo	Proporcionar a los encargados de diseño de L/T
Informe estudios preliminares	Jefe de estudios preliminares	Base de datos	Entregar a jefes de diseño, estudio civil y electromecánico
Informe estudios o diseño civil	Jefe de estudios civiles	Base de datos	Entregar jefe diseño y jefe de diseño electromecánico
Informe estudios o diseño electromecánico	Jefe de estudios electromecánicos	Base de datos	Entregar al jefe de diseño
Tabla de ubicación de estructuras	Jefe de diseño	Base de datos	Recopilación de información, entrega a construcción.

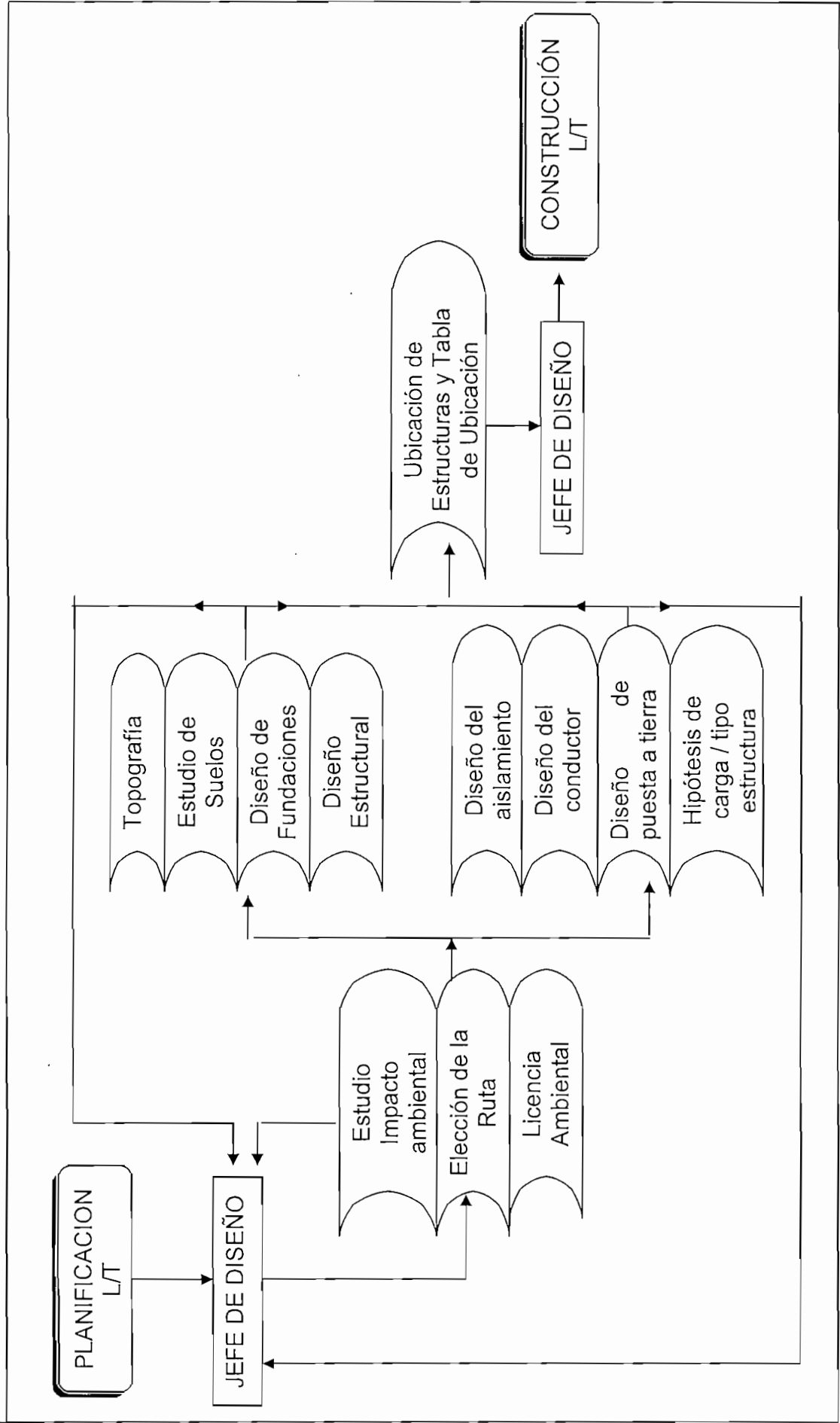
NOTA: Los informes deben ser presentados periódicamente según como se vaya avanzando con el proceso de diseño para evitar cometer errores y si los hay, realizar las respectivas correcciones para no afectar al final del proceso. La información se debe presentar al menor tiempo posible. Se debe ir desarrollando los instructivos y a la vez formatos de reportes (ANEXO 1).

4.5.3.4 Consolidar interfaces e información.

Esta tarea busca identificar y eliminar duplicación de corrientes de información y que el trabajo sea efectivamente ejecutado en el menor tiempo posible.

La tecnología es una herramienta de mucha utilidad en la administración de procesos ya que consolida interfaces e información y hace que el proceso sea más fácilmente comprensible por otras personas.

Todas las personas que trabajan en el proceso deben tener la misma información o deben tener acceso a la misma, para esto se debe tener almacenes de información comunes y que tenga acceso varias personas, muchas veces en distintos lugares.



4.5.3.5 Redefinir alternativas.

Esta tarea busca reemplazar un solo proceso que puede ser complejo en uno o más procesos simples.

En el proceso de diseño de líneas de transmisión se pueden realizar las siguientes alternativas para mejorar la eficiencia del mismo:

- Crear una base de datos digital, por medio de programas computacionales, para que la información proporcionada por cada una de las actividades sea guardada y al mismo tiempo sea proporcionada libremente a todas las personas encargadas o responsables de este proceso. Con esto se agilizará la búsqueda de documentos y el tiempo que requieren actividades comunes en realizarse se reducirá.
- Las actividades de diseño civil pueden ser agrupadas en un solo bloque para minimizar el tiempo y que la información sea lo más exacta posible, en este caso se podría tener a una sola persona responsable de estas actividades. Se recomienda tener en el sitio cerca donde se van a realizar los estudios una oficina con todos los implementos de la informática para que los resultados que se vayan obteniendo sean almacenados en una base de datos en común para esta actividad.
- En la actividad de diseño electromecánico se puede tener a una sola persona responsable, y que tenga a cargo a otras personas con esto la información puede llegar más rápidamente a el jefe de diseño y se puede corregir o evitar errores en el menor tiempo posible. En esta etapa se puede tener también una base de datos común para esta actividad a la cuál pueden acceder personas que se estén encargando de realizar la misma.
- Para la realización de cada una de las actividades se debe tener o contar con lo más indispensable en recursos técnicos, para que los datos obtenidos sean

los más exactos posibles considerando que el diseño es la base para no tener problemas cuando se este realizando la construcción

- Tener en el proceso un programa de computador que nos ayude a realizar el diseño de líneas de transmisión eléctrica sería de mucha ayuda y disminuiría el tiempo en la ejecución de cada una de las actividades así como el rendimiento del proceso sería más eficiente. Como el programa PLS'CAD
- Mejorar cada una de las actividades en lo que se refiere a información y tecnología trae consigo disminución de tiempo, elimina el trabajo innecesario, optimización de recursos y el resultado sería el más recomendable para la construcción de líneas de transmisión.

4.5.3.6 Reubicar y reprogramar controles.

El objeto de esta tarea es el de reducir el número de actividades que no agregan valor, simplificando la estructura de control del proceso, aquí se puede ver que actividades que antes se realizaban en serie se pueden realizar en paralelo.

Esta tarea busca evitar errores que corregirlos y si los hay se los corrija apenas se los cometa, la información debe llegar en la misma forma en todos los puntos del proceso.

Los problemas que generalmente se presentan en el proceso son:

- No tener una norma para cada nivel de voltaje que se aplique, en ese caso todos los que trabajen en el diseño de líneas tendrían el mismo criterio para realizar el diseño de la línea que sea propuesta.
- Se debería tener un programa en común que cumpla con todos los requerimientos técnicos y la norma para unificar criterios que se aplique para

el diseño de líneas de transmisión, con esto los datos que se obtengan serán los más exactos posibles y podrán ser comprobados por dos o más personas.

- El tiempo que se desperdicia en ser aprobado un informe o una solicitud debe ser eliminado, una manera de facilitar que la información y aprobación de los mismos es la aplicación de firmas electrónicas con todas las responsabilidades que la ley permite.
- No tener acceso a información en tiempos cortos es otro problema que conlleva el aumento en el tiempo del proceso, pero con la elaboración de una base de datos para cada proyecto se dispondrá con mejor facilidad de la misma, se puede tener también un archivo donde se vaya acumulando la información aprobada por el jefe de diseño.
- Realizar actividades en paralelo disminuye el tiempo y se puede compartir criterios de solución de problemas si los hubiere.
- En el capítulo 3 ya se realizó la selección de actividades que agregan valor a el proceso de diseño de líneas de transmisión eléctrica.

4.5.3.7 Modularizar.

En esta tarea buscaremos determinar las dependencias entre actividades del proceso revisado y en determinar interacciones entre actividades y entidades. Los cambios que se realicen dependerá del sitio donde se trabaje o se vayan a tomar los datos del proceso.

Antes de empezar la elección de la trayectoria o ruta de la línea se debe esperar el informe de estudio de impacto ambiental preliminar para tener una mejor apreciación de lo que se va hacer.

Las actividades que se realizan en topografía deben comenzar junto con la elección de la ruta con esto optimizamos tiempo y material utilizado ya que se dispondrá de un solo vehículo para las dos actividades.

El estudio de suelos preliminar se lo puede realizar a la par con el estudio de topografía y con esto se puede obtener soluciones óptimas en el caso de que se tenga algún problema por el tipo de suelo que se tenga.

El diseño electromecánico debe ser realizado después de ejecutar la observaciones hechas por el CONELEC y haber empezado la topografía y el estudio de suelos, esto con lleva a tener un adecuado diseño de aislamiento, diseño de puesta a tierra y diseño del conductor que se va aplicar en la misma.

El diseño estructural debe ser realizado luego de haber realizado el diseño civil y electromecánico.

En conjunto al diseño estructural se puede realizar la elaboración de la tabla de ubicación de estructuras de la línea.

4.5.3.8 Aplicación de tecnología.

Para mejorar y hacer más eficiente un proceso es necesaria la aplicación de tecnología.

En el proceso de diseño de líneas de transmisión se podría aplicar lo siguiente para minimizar el tiempo en la ejecución del proceso:

- ↻ El uso de Internet facilita la comunicación entre las personas responsables y las que realizan una actividad determinada, esto a base de correo electrónico.

↷ Para la aprobación de algún informe se puede aplicar las firmas electrónicas que disminuyen el tiempo, no es necesario trasladar la información de un lugar a otro.

↷ Obtener un programa de computación en un lenguaje gráfico para las personas que lo van a utilizar en lo que se refiere al diseño electromecánico.

↷ Proporcionar continuos cursos de capacitación a las personas encargadas del proceso dependiendo de la actividad a la que se este encargada.

↷ Tener una base de datos actualizada, esta debe se dependiente de cada uno de los proyectos que se estén realizando.

↷ Para trabajos de campo, si se requiere que los datos sean exactos se debe proporcionar el material técnico lo más actualizado posible, obviamente se debe escoger el material que sea más técnico y económico.

4.6 BIBLIOGRAFIA.

[4.1] Suma consultoria Cia. Ltda. Suconcol., Estudio de impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Tena- Coca y subestación eléctrica Coca.

[4.2] Ing. Marco Abarca M., Oferta estudio de suelos línea de transmisión Paute – Cuenca y subestaciones Shoray y el Salado.

[4.3] Concurso de precios N° PE-exp-3965-03. Estudio de suelos de la línea de Transmisión Paute – Cuenca a 230 kV y de las subestaciones Shoray y el Salado.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

- La aplicación de administración de procesos exige el cambio de la cultura de trabajo aislado e individual por una cultura de trabajo integrado y de alta comunicación
- Al proceso de diseño de líneas de transmisión se lo ha dividido para su control y aprobación de actividades en tres entidades: a) jefatura de estudios de campo, b) jefatura de estudios civiles, y c) jefatura de estudios electromecánicos, las mismas son conformadas por grupos de trabajo con un responsable que a su vez informan al director del proyecto de diseño. Esto mejora el proceso y dará rapidez al mismo.
- Los informes de cada actividad deben ser presentados a tiempo y según se avance en el proceso para evitar cometer errores; estos datos serán almacenados en una base común con acceso a las personas responsables del proceso.
- Tener una norma técnica para cada nivel de voltaje genera que las personas encargadas de la realización de las actividades tengan el mismo criterio para realizar el diseño de la línea que sea propuesta.
- Las actividades de estudios civiles y estudios electromecánicos se pueden realizar en paralelo para disminuir el tiempo y se puede compartir criterios de solución si los hubiere.
- El diseño electromecánico debe ser realizado después de ejecutar las observaciones hechas por el CONELEC y haber empezado la topografía y el

estudio de suelos para tener un adecuado diseño de aislamiento, diseño de puesta a tierra y diseño del conductor.

- En la realización del diseño electromecánico es indispensable la utilización de un programa computacional con un lenguaje gráfico entendible para las personas que realizan este subproceso. El diseño estructural debe ser realizado luego de haber realizado el diseño civil y electromecánico, y en paralelo a la elaboración de la tabla de ubicación de estructura de la línea, con lo cual se reduce el tiempo global de realización del proceso de diseño.
- El uso de Internet facilita la comunicación entre las personas responsables del proceso, esto mediante e-mail y para la aprobación de informes y aplicando firmas electrónicas para disminuir el tiempo de aprobación.
- La base de datos debe ser actualizada y dependiente de cada uno de los proyectos que se estén ejecutando.

5.2 COMENTARIOS.

- Dado la complejidad del diseño integral de las líneas de transmisión de alto voltaje y la poca organización del mismo ha provocado dentro de los diferentes involucrados divergencias en criterios y soluciones, motivo por el cual la aplicación de reingeniería de procesos se hace necesaria.
- Inicialmente los resultados del proceso solo tenía conocimiento el administrador y el resto del equipo permanecía desinformado, adicionalmente los tiempos de información son elevados. Los resultados de la aplicación de reingeniería de procesos en el diseño de líneas de alta tensión se encuentran tabulados y ordenados al final, de tal manera que el proyecto consta con información veraz y de conocimiento general de todo el personal.
- Cuando se aplica administración de procesos en el diseño de líneas de transmisión se tiene un orden adecuado de realizar las actividades que

agregan valor obteniendo beneficios en la respuesta del trabajo y optimización del tiempo en el desarrollo de cada actividad.

- Con la aplicación de administración de procesos en el diseño de líneas de transmisión se puede contar con diseños que cumplan con los requisitos técnicos, económicos y eficiencia en la construcción, con esto reducimos el tiempo de aprobación del diseño global.
- La estructura jerárquica propuesta es flexible y distribuida según las actividades y cargos correspondientes. Para esto es necesario tener un sistema de información acorde y con proyección a expansión.

5.3 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que el proceso de diseño de líneas de transmisión tenga una base de datos que pueda estar al alcance del personal técnico del área y de fácil acceso a las personas encargadas del desarrollo del proceso.
- De lo antes anotado y tal como se indica en el capítulo cuatro es necesario tener un programa computacional que nos ayude en el proceso para esto recomendamos el programa PLS-CADD es de fácil empleo, y se tiene información desde la selección de la ruta hasta la producción automática de informes, lista de materiales y planos de planta y perfil.
- Se deberá implementar a la par un grupo de personas que se encarguen de efectuar el seguimiento de los procesos y el control de los mismos, para la comprobación de los beneficios de los mismos así como la incorporación de nuevas ideas.
- La base de datos que se debe implantar y el sistema de información debe ser dinámico y de gran diversidad ya que se maneja diferentes tipos de datos. Para la agilidad de respuesta se recomienda la utilización de nuevas tecnologías como son el Internet y las firmas electrónicas.

- Se recomienda se respete los cronogramas de trabajo y los tiempos en la ejecución de los mismos para evitar errores, retrasos que implican pérdida de tiempo y dinero.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- [2.1] J. R. Zaratiegui E.O.I. " La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa ". Economía Industrial N° 330 – 1999 / VI.
- [2.2] Hernando Mariño Navarrete.. " Gerencia de Procesos". Edición y diagramación electrónica Alfaomega S.A.
- [2.3] Michel Hammer y James Champy. " Reingeniería ". Edición original en Inglés, 10 East 53 rd Street, New York , NY 10022.
- [2.4] Jorge Baque Maldonado. " Análisis y Reingeniería de Procesos
- [2.5] Raymond L. Manganelli y Mark M. Klein. Traducción Jorge Cárdenas Nannetti, " Cómo Hacer reingeniería ". Grupo Editorial NORMA. Barcelona.
- [3.1] INECEL. " Normas de Diseño de Líneas de Transmisión de 138 kV ". 1975. Quito - Ecuador.
- [3.2] Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). Ing. Arturo Gajardo V. " Factores de Seguridad Mecánica para Líneas de Transmisión ". Santiago – Chile. Mayo 1976.
- [3.3] Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). " Curso de Líneas de Transmisión Para Profesionales ". Santiago – Chile.
- [3.4] Rubens Dario Puchs, Marcio Tadeu de Almeida. " Projetos Mecanicos Das Linhas Aereas de Transmissao ". Centrais Electricas Brasileiras S/A. Escola Federal de Engenharia de Itajaba. Editora Edgard Blucher Ltda.
- [3.4] Electric Power Research Institute. " Transmision Line Reference Book 345 kV and Above. 3412 Hillview Avenue, Palo Alto, CA 94304

[3.5] Ministerio de Energía y Minas, Dirección Ejecutiva de Proyectos, Norma: Mem/Dep-111, "Especificaciones Técnicas Para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas de Transmisión", Versión 2003-0.

[3.6] Ing. Paul Villagomez. "Seminario Desarrollo de Proyectos de Generación Eléctrica". Septiembre del 2003

[3.7] Suma Consultoria Cia. Ltda. Suconcol. "Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Línea de Trasmisión Tena - Coca y Subestación Eléctrica Coca". Guayaquil – Ecuador. Diciembre - 2002

[3.8] Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ingeniería Departamento Electrotecnia. "Apuntes de: "Diseño de Líneas Eléctricas"". <http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/le-index.htm>

[3.9] Especificaciones Técnicas para Levantamiento Topográfico "Concurso de Ofertas para Levantamiento Topográfico TRANSELECTRIC S.A."

[3.10] Alcoa Engineering Handbook "Current – Temperatura characteristics of aluminum conductors" section 6.

[4.1] Suma consultoria Cia. Ltda. Suconcol. "Estudio de impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Tena - Coca y subestación eléctrica Coca".

[4.2] Ing. Marco Abarca M. "Oferta estudio de suelos línea de transmisión Paute – Cuenca y subestaciones Shoray y el Salado".

[4.3] Concurso de precios N° PE-exp-3965-03. "Estudio de suelos de la línea de Transmisión Paute – Cuenca a 230 kV y de las subestaciones Shoray y el Salado".

1.4 TOPOGRAFÍA.

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN							
NOMBRE DEL PROYECTO:							
RESPONSABLE TOPOGRAFIA:							
FECHA:							
RESUMEN TOPOGRAFIA DE LA LÍNEA							
VÉRTICE INICIAL			VÉRTICE FINAL			Código de obstáculo	OBSERVACIONES
Longitud	Latitud	Cota	Longitud	Latitud	Cota		

Aprobado por: _____

JEFE DE ESTUDIOS CIVILES

 JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.5 FORMATO DE PLANOS

<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>PLANIMETRIA</p> </div>	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>TITULO</p> </div>	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>COTAS DIBUJO PERFIL ABSCISAS</p> </div>	
<p>NOMBRE DE LA EMPRESA</p>	<p>N° Kilómetros</p>
<p>NOMBRE DE LA LINEA</p>	<p>Cota Perfil Paralelo</p>
<p>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA</p>	<p>H: Escala V: Abscisa Perfil Paralelo</p>
<p>Dibujado:</p>	<p>Recomendado: Cota del Eje</p>
<p>Diseñado:</p>	<p>Aprobado: Abscisa del Eje</p>
<p>Revisado:</p>	<p>Ref: Referencia</p>
<p>Fecha:</p>	

1.6 ESTUDIO DE SUELOS

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
RESPONSABLE ESTUDIOS DE SUELOS:						
FECHA:						
ESTUDIO DE SUELOS						
Puntos y Vértices	Características del terreno	Tipo de Suelo	Capacidad de carga	Densidad	Ángulo Fricción	Otros

Aprobado por: _____

JEFE DE ESTUDIOS CIVILES

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.7 FUNDACIONES.

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
RESPONSABLE DE FUNDACIONES:						
FECHA:						
TIPO DE FUNDACIONES GENERAL						
Ubicación de zona Km.		Tipo de Zona	Características del subsuelo	Resistencia del suelo	Tipo de Fundación	Observaciones

Aprobado por: _____
JEFE DE ESTUDIOS CIVILES

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.8 DISEÑO DE AISLAMIENTO

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
RESPONSABLE DISEÑO DE AISLAMIENTO:						
FECHA:						
DISEÑO DE AISLAMIENTO						
Tipo de aislador	Número de aisladores			Número de aisladores recomendado	Distancias mínimas a tierra ángulo	
	Sobrevoltaje a frecuencia industrial	Sobrevoltaje de maniobra	Sobrevoltaje de origen atmosférico		Viento máximo	Viento un cuarto

Aprobado por:

JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECAÑICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.9 DISEÑO DE PUESTA A TIERRA

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN								
NOMBRE DEL PROYECTO:								
RESPONSABLE DISEÑO DE PUESTA A TIERRA:								
FECHA:								
DISEÑO DE PUESTA A TIERRA								
Vértice	Valor medido	Resistencia	Valor	Tipo de	Contrapesos	Varillas	Cable adicional	Observaciones
	Resistividad	calculada	adoptado R	puesta a	m	Unidad	m	
	$\Omega^* m$	Ω	Ω	tierra				

Aprobado por:

JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECAÑICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.10 DISEÑO DEL CONDUCTOR

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
RESPONSABLE DISEÑO DEL CONDUCTOR:						
FECHA:						
DISEÑO DEL CONDUCTOR						
Zonas Tipo	Tipo de conductor	Límite Térmico conductor	Tipo de cable de guardia	Tipo OPGW	Atenuación OPGW	Observaciones

Aprobado por:

JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECAÑICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.11 HIPÓTESIS DE CARGA

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN										Montaje	Tendido					
NOMBRE DEL PROYECTO:																
RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL:																
FECHA:																
ESTRUCTURA TFO	ÁRBOLES DE CARGA															
	HIPOTESIS VIENTO MÁXIMO		HIPOTESIS SOBRECARGA VERTICAL		HIPOTESIS SOBRECARGA LONGITUDINAL				HIPOTESIS DESEQUILIBRIO LONGITUDINAL							
	Tensiones verticales	Tensiones transversales	Tensiones verticales	Tensiones transversales	Longitudinales	Transversales	Verticales	Tensiones transversales	Tensiones longitudinales	Lc	Lcg					
	Tv	Tvcg	Tv	Tvcg	Tt	Ttcg	Lc	Lcg	Ltc	Ltcg	Lvc	Lvcg	Ttc	Ttcg	Lc	Lcg

Aprobado por:

JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECA´NICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

1.12 DISEÑO TIPO DE ESTRUCTURAS

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
RESPONSABLE DISEÑO TIPO DE ESTRUCTURAS:						
FECHA:						
ESTRUCTURA TIPO						
Tipo de estructura	Vano viento	Vano Peso	Vano máximo	Ángulo de línea		Ángulo de inclinación de la cadena
				Mínimo	Máximo	

Aprobado por:

JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECAÑICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

JEFE DE ESTUDIOS CIVILES

1.13 TABLA DE UBICACIÓN

DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN									
NOMBRE DEL PROYECTO:									
RESPONSABLE TABLA DE UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS:									
FECHA:									
TABLA DE UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS									
Nº	TIPO	ABSISA	COTA	APA	Vano adelante	Vano medio	Vano peso	Angulo de Línea	Observaciones

Aprobado por:

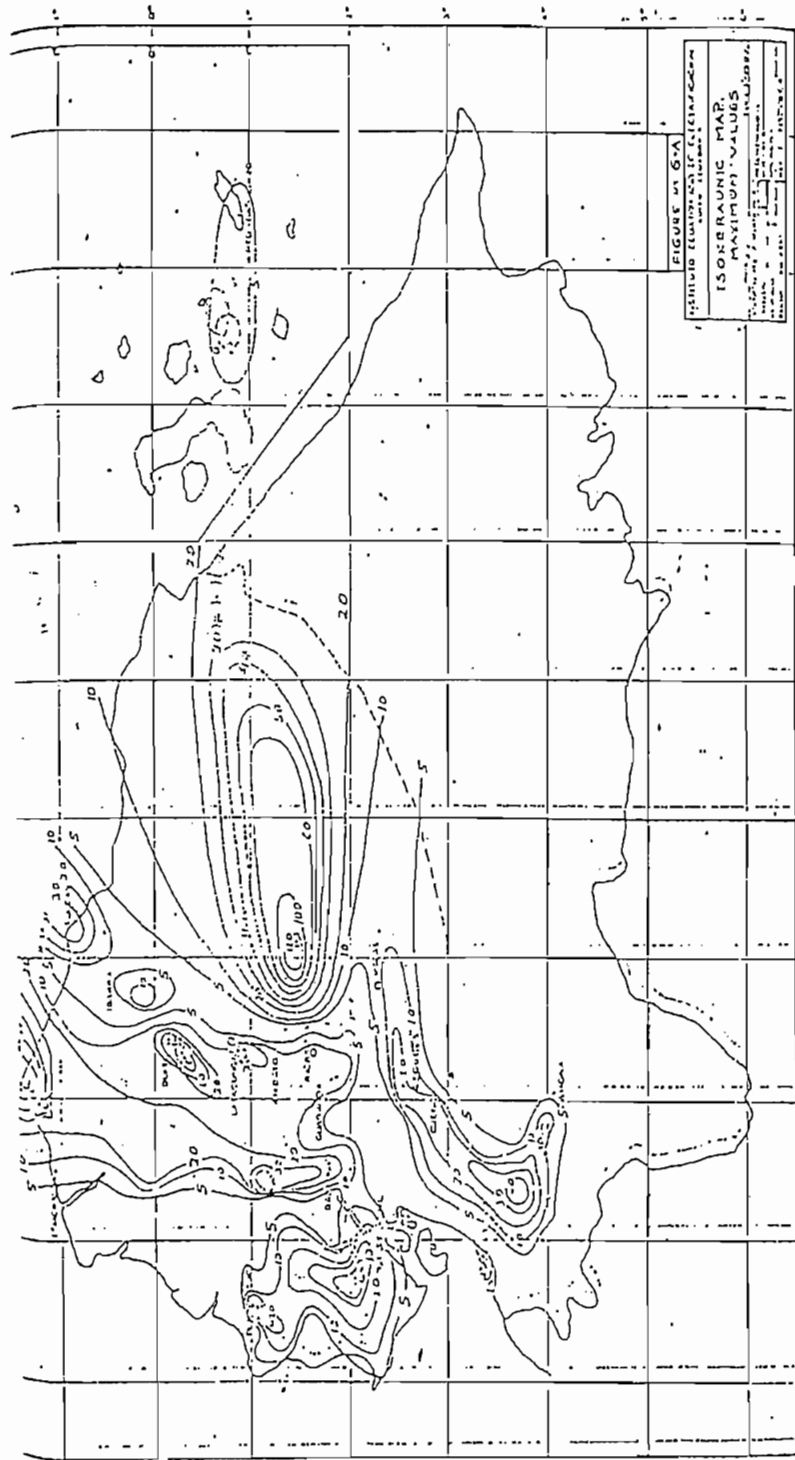
JEFE DE ESTUDIOS ELECTROMECAÑICOS

JEFE DE PROCESO DE DISEÑO

ANEXO 2

ESTUDIOS Y DISEÑOS.

ANEXO 2.1 MAPA NIVEL ISOCERAUNICO.



ANEXO 2.2

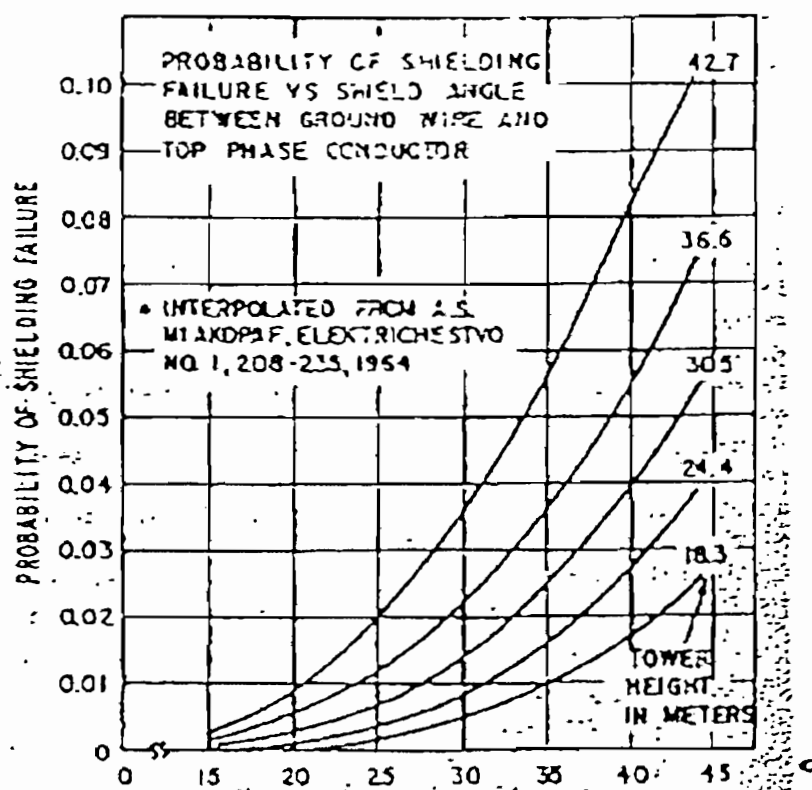
STANDARD STRING FLASHOVER CHARACTERISTICS OF SUSPENSION INSULATORS based on the test procedures of ANSI C29.1

Disc Dia. x Spacing	No. of Unit		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	6" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	60	120	175	225	275	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Wet/kV			30	55	80	105	130	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Critical-Impulse Average Flashover		Positive/kV	100	200	300	385	460	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		Negative/kV	100	190	275	355	435	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7 1/2" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	65	130	190	245	295	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
		Wet/kV	35	65	95	130	165	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	115	225	310	390	465	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		Negative/kV	115	215	305	375	455	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10" x 5"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	80	145	200	250	300	345	390	440	485	530	575	615	660	700	745	785	825	865	905	945	985	1,025	1,065	1,105	1,145	
		Wet/kV	50	85	125	160	200	235	270	305	340	380	415	450	485	520	555	585	615	650	680	715	745	775	805	835	865	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	125	250	335	420	490	565	645	720	790	865	935	1,000	1,075	1,145	1,220	1,290	1,365	1,435	1,510	1,580	1,650	1,720	1,790	1,860	1,930	
		Negative/kV	130	240	325	395	465	535	605	680	760	835	905	985	1,060	1,140	1,210	1,290	1,365	1,435	1,510	1,585	1,660	1,735	1,810	1,885	1,960	
10" x 5 1/4"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	80	155	215	270	325	380	435	485	540	590	640	690	735	785	830	875	920	965	1,010	1,055	1,100	1,145	1,190	1,235	1,280	
		Wet/kV	50	90	130	170	215	255	295	335	375	415	455	490	525	565	600	635	670	705	740	775	810	845	880	915	950	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	125	265	355	440	525	610	695	780	860	945	1,025	1,105	1,185	1,265	1,345	1,425	1,505	1,585	1,665	1,745	1,825	1,905	1,985	2,065	2,145	
		Negative/kV	130	255	345	415	495	585	670	760	845	930	1,015	1,105	1,190	1,275	1,360	1,440	1,530	1,615	1,700	1,785	1,870	1,955	2,040	2,125	2,210	
11" x 6 1/4"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	80	155	220	275	330	385	435	490	540	595	645	695	745	790	840	890	935	980	1,025	1,070	1,115	1,160	1,205	1,250	1,290	
		Wet/kV	50	85	120	160	200	240	280	320	360	400	440	475	510	545	580	615	650	685	720	750	785	815	850	880	915	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	140	255	360	450	540	630	720	810	900	990	1,075	1,160	1,245	1,330	1,415	1,500	1,585	1,670	1,755	1,840	1,925	2,010	2,095	2,180	2,260	
		Negative/kV	140	255	345	425	515	610	700	790	880	970	1,060	1,150	1,240	1,330	1,420	1,510	1,605	1,700	1,795	1,890	1,985	2,080	2,175	2,270	2,365	
12 1/2" x 7 1/4"	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	95	180	260	335	400	465	530	595	660	720	780	840	895	950	1,005	1,060	1,115	1,170	1,225	1,280	1,335	1,390	1,445	1,500	1,555	
		Wet/kV	55	100	145	190	235	280	325	370	415	460	510	555	595	635	675	720	760	800	840	880	920	960	995	1,030	1,065	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	145	270	400	495	590	685	775	870	965	1,060	1,155	1,250	1,350	1,440	1,530	1,630	1,725	1,820	1,915	2,010	2,100	2,190	2,280	2,370	2,460	
		Negative/kV	150	255	380	465	580	680	780	880	975	1,080	1,180	1,280	1,380	1,480	1,580	1,680	1,780	1,880	1,980	2,080	2,175	2,270	2,365	2,460	2,550	
10" x 5 1/4" FOG TYPE	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	100	160	220	275	335	390	440	490	540	590	635	680	730	775	820	865	910	955	1,000	1,040	1,080	1,115	1,150	1,185	1,220	
		Wet/kV	60	95	130	165	200	235	270	305	335	385	395	425	455	480	505	530	555	580	605	625	645	665	685	705	720	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	150	270	380	475	570	665	750	835	920	1,005	1,090	1,175	1,260	1,345	1,430	1,515	1,600	1,685	1,770	1,850	1,930	2,010	2,090	2,170	2,250	
		Negative/kV	160	260	355	435	520	605	690	775	860	950	1,040	1,130	1,220	1,310	1,400	1,490	1,585	1,670	1,755	1,840	1,925	2,010	2,095	2,180	2,265	
11 1/2" x 6 1/4" FOG TYPE	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	100	170	240	300	360	420	475	530	585	640	690	740	790	840	885	930	975	1,020	1,065	1,110	1,155	1,195	1,235	1,270	1,305	
		Wet/kV	60	105	145	185	225	265	305	345	380	415	450	485	520	555	590	620	650	680	705	730	750	770	785	800	815	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	160	280	405	500	605	710	810	905	1,000	1,095	1,185	1,275	1,365	1,455	1,545	1,635	1,725	1,815	1,905	1,995	2,085	2,175	2,265	2,355	2,445	
		Negative/kV	170	280	380	480	580	675	760	855	950	1,045	1,140	1,235	1,330	1,425	1,520	1,615	1,710	1,805	1,900	1,995	2,090	2,185	2,280	2,370	2,460	
12 1/2" x 7 1/4" FOG TYPE	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	110	175	240	300	360	420	475	535	595	650	695	745	795	845	895	940	990	1,040	1,090	1,135	1,175	1,220	1,260	1,305	1,345	
		Wet/kV	65	125	160	195	235	275	310	345	385	420	455	495	535	570	605	635	665	695	725	755	780	805	830	850	870	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	160	280	390	490	595	710	820	930	1,040	1,140	1,235	1,330	1,425	1,515	1,610	1,705	1,805	1,905	2,000	2,100	2,200	2,300	2,400	2,500	2,600	
		Negative/kV	170	245	355	465	580	690	800	910	1,020	1,130	1,225	1,315	1,410	1,500	1,600	1,705	1,815	1,925	2,025	2,130	2,240	2,340	2,440	2,540	2,640	
15 1/2" x 7 1/4" FOG TYPE	Low-Frequency Average Flashover	Dry/kV	120	185	260	340	415	485	555	620	695	755	815	875	935	995	1,055	1,115	1,173	1,235	1,295	1,355	1,410	1,470	1,525	1,580	1,635	
		Wet/kV	70	125	170	215	260	305	350	395	440	485	530	575	620	665	710	755	795	840	885	930	970	1,015	1,060	1,105	1,150	
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive/kV	180	345	480	600	720	840	960	1,080	1,195	1,310	1,430	1,550	1,665	1,780	1,900	2,020	2,130	2,250	2,370	2,470	2,605	2,720	2,835	2,950	3,065	
		Negative/kV	190	315	435	550	670	780	890	1,015	1,130	1,245	1,370	1,490	1,610	1,730	1,845	1,960	2,075	2,185	2,300	2,415	2,505	2,640	2,750	2,865	2,980	

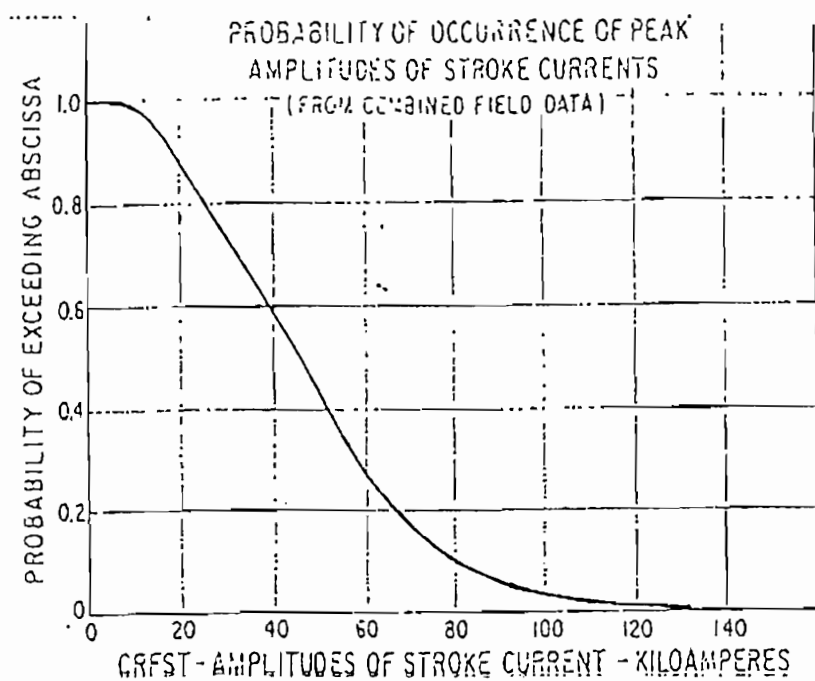
Note: Humidity correction of all low-frequency dry flashover values is done in accordance with ANSI C29.1. It is found that erratic humidity effects occur for large spacings and for high values of humidity and that low-frequency flashover strength variation of long insulator strings is less than that of short strings. When enough data are collected on humidity vs. low-frequency flashover voltage characteristics, more reasonable humidity correction curve will be obtained.

ANEXO 2.3

PROBABILIDAD QUE FALLE EL APANTALLAMIENTO EN
 FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE APANTALLAMIENTO Y DE LA
 ALTURA DE LA TORRE



ANEXO 2.4

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF PEAK AMPLITUDES OF
STROKE CURRENTES (FROM COMBINED FIELD DATA)

ANEXO 3A

196

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Acumulación de costos fijos	Costo total	Costo previsto	Variación
1	PROCESO DE DISEÑO	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 2,482.62	\$ 0.00	\$ 2,482.62
2	ESTUDIOS DE CAMPO	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 1,880.91	\$ 0.00	\$ 1,880.91
3	Disposición del diseño de L/T	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 28.40	\$ 0.00	\$ 28.40
4	Nombrar el responsable	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 47.74	\$ 0.00	\$ 47.74
5	Recopilar información	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 28.40	\$ 0.00	\$ 28.40
6	Realizar el plan	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 99.84	\$ 0.00	\$ 99.84
7	Cronograma	\$ 2.50	Prorrateo	\$ 33.28	\$ 0.00	\$ 33.28
8	Organigrama básico	\$ 2.50	Prorrateo	\$ 33.28	\$ 0.00	\$ 33.28
9	Presupuesto	\$ 2.50	Prorrateo	\$ 33.28	\$ 0.00	\$ 33.28
10	Aprobar el plan	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 20.75	\$ 0.00	\$ 20.75
11	EIA preliminar	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 415.53	\$ 0.00	\$ 415.53
12	Recopilación y procesamiento de información	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 55.87	\$ 0.00	\$ 55.87
13	Marco de referencia legal administrativo	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 16.84	\$ 0.00	\$ 16.84
14	Delimitación del área de influencia	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 29.12	\$ 0.00	\$ 29.12
15	Línea Base y Trabajo de Campo	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 245.30	\$ 0.00	\$ 245.30
16	Descripción del medio físico	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 55.24	\$ 0.00	\$ 55.24
17	Descripción del medio biótico	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 45.10	\$ 0.00	\$ 45.10
18	Descripción del medio socioeconómico y cultural	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 29.63	\$ 0.00	\$ 29.63
19	Identificación de impactos ambientales	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 58.71	\$ 0.00	\$ 58.71
20	Evaluación de impactos ambientales	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 56.63	\$ 0.00	\$ 56.63
21	Plan de manejo ambiental preliminar	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 22.75	\$ 0.00	\$ 22.75
22	Audiencias públicas	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 30.81	\$ 0.00	\$ 30.81
23	Preparación del informe final	\$ 5.00	Prorrateo	\$ 14.85	\$ 0.00	\$ 14.85
24	Definición de la ruta	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 79.01	\$ 0.00	\$ 79.01
25	Inspección al campo	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 34.46	\$ 0.00	\$ 34.46
26	Trazado preliminar de la ruta	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 22.52	\$ 0.00	\$ 22.52
27	Materialización de vértices provisionales	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 22.04	\$ 0.00	\$ 22.04
28	Levantamiento topográfico	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 500.01	\$ 0.00	\$ 500.01
29	Polígono Base y enlace entre vértices	\$ 20.00	Prorrateo	\$ 112.38	\$ 0.00	\$ 112.38

ANEXO 3A

197

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Acumulación de costos fijos	Costo total	Costo previsto	Variación
30	Desbroce y alineación entre vértices	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 75.69	\$ 0.00	\$ 75.69
31	Levantamiento topográfico del perfil longitudinal y planimetría	\$ 20.00	Prorrateo	\$ 142.13	\$ 0.00	\$ 142.13
32	Amojamiento y referencias	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 60.40	\$ 0.00	\$ 60.40
33	Procesamiento de información y elaboración de planos	\$ 20.00	Prorrateo	\$ 81.93	\$ 0.00	\$ 81.93
34	Entrega y recepción	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 27.47	\$ 0.00	\$ 27.47
35	Estudio de suelos	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 250.02	\$ 0.00	\$ 250.02
36	Definición del sitio	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 22.35	\$ 0.00	\$ 22.35
37	Perforación, ensayos SPT, toma de muestras	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 30.91	\$ 0.00	\$ 30.91
38	Ensayos de clasificación	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 15.87	\$ 0.00	\$ 15.87
39	Compresión simple	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 13.67	\$ 0.00	\$ 13.67
40	Densidad natural	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 15.30	\$ 0.00	\$ 15.30
41	Ensayo triaxial	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 38.53	\$ 0.00	\$ 38.53
42	Consolidación	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 63.54	\$ 0.00	\$ 63.54
43	Calicatas	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 30.90	\$ 0.00	\$ 30.90
44	Informe técnico	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 18.96	\$ 0.00	\$ 18.96
45	Trámite en el CONELEC	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 69.42	\$ 0.00	\$ 69.42
46	Ingreso del estudio revisión y observaciones	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 69.42	\$ 0.00	\$ 69.42
47	Ejecución de observaciones CONELEC	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 45.32	\$ 0.00	\$ 45.32
48	EIA definitivo	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 180.57	\$ 0.00	\$ 180.57
49	Recopilación y procesamiento de información	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 9.99	\$ 0.00	\$ 9.99
50	Trabajo de campo	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 58.30	\$ 0.00	\$ 58.30
51	Informe de caracterización ambiental	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 17.69	\$ 0.00	\$ 17.69
52	Descripción de las acciones del proyecto capaces de producir impactos	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 20.55	\$ 0.00	\$ 20.55
53	Evaluación de impactos ambientales	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 45.52	\$ 0.00	\$ 45.52
54	Plan de manejo ambiental	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 18.55	\$ 0.00	\$ 18.55
55	Edición del Informe	\$ 3.00	Prorrateo	\$ 9.99	\$ 0.00	\$ 9.99
56	Ruta aprobada	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 38.50	\$ 0.00	\$ 38.50
57	Obtención de la licencia ambiental	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 77.39	\$ 0.00	\$ 77.39
58	Elaboración de documentos y entrega	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 77.39	\$ 0.00	\$ 77.39

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Acumulación de costos fijos	Costo total	Costo previsto	Variación
59	Trámite de obtención de licencia ambiental	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
60	Diseño	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 601.71	\$ 0.00	\$ 601.71
61	Diseño electromecánico	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 457.84	\$ 0.00	\$ 457.84
62	Conductor a utilizar	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 66.79	\$ 0.00	\$ 66.79
63	Calculo del conductor a utilizar	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 16.00	\$ 0.00	\$ 16.00
64	Calculo de cable de guardia	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 16.00	\$ 0.00	\$ 16.00
65	Calculo de OPGW a utilizar	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 16.00	\$ 0.00	\$ 16.00
66	Informe conductor a utilizar	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 18.79	\$ 0.00	\$ 18.79
67	Diseño de puesta a tierra	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 65.35	\$ 0.00	\$ 65.35
68	Medida de la resistividad	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 45.27	\$ 0.00	\$ 45.27
69	Clasificación de suelos por rango de resistividad	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 8.30	\$ 0.00	\$ 8.30
70	Diseño de puesta a tierra	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 11.78	\$ 0.00	\$ 11.78
71	Estudio coordinación de aislamiento	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 28.37	\$ 0.00	\$ 28.37
72	Recopilación de información	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 13.80	\$ 0.00	\$ 13.80
73	Diseño del aislamiento	\$ 1.50	Prorrateo	\$ 14.57	\$ 0.00	\$ 14.57
74	Diseño de estructuras tipo	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 77.53	\$ 0.00	\$ 77.53
75	Hipótesis de carga	\$ 10.00	Prorrateo	\$ 25.15	\$ 0.00	\$ 25.15
76	Diseño de estructuras tipo	\$ 10.00	Prorrateo	\$ 52.38	\$ 0.00	\$ 52.38
77	Ubicación de estructuras	\$ 3.50	Prorrateo	\$ 18.55	\$ 0.00	\$ 18.55
78	Tabla de ubicación de estructuras	\$ 13.00	Prorrateo	\$ 58.30	\$ 0.00	\$ 58.30
79	Tabla de tendido y offset	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 44.00	\$ 0.00	\$ 44.00
80	Tabla de cantidades	\$ 3.50	Prorrateo	\$ 21.30	\$ 0.00	\$ 21.30
81	Especificaciones técnicas de suministro y construcción	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 45.30	\$ 0.00	\$ 45.30
82	Memoria de diseño	\$ 7.00	Prorrateo	\$ 32.36	\$ 0.00	\$ 32.36
83	Diseño Civil	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 93.07	\$ 0.00	\$ 93.07
84	Diseño de fundaciones	\$ 0.00	Prorrateo	\$ 93.07	\$ 0.00	\$ 93.07
85	Diseño de zapatas	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 19.97	\$ 0.00	\$ 19.97
86	Diseño de grillas	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 12.48	\$ 0.00	\$ 12.48
87	Diseño de vigas	\$ 4.50	Prorrateo	\$ 12.48	\$ 0.00	\$ 12.48

ANEXO 3A

199

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Acumulación de costos fijos	Costo total	Costo previsto	Variación
88	Diseño de especiales	\$ 4.50	Prorratio	\$ 12.48	\$ 0.00	\$ 12.48
89	Dibujo del esquema de fundación	\$ 4.50	Prorratio	\$ 23.32	\$ 0.00	\$ 23.32
90	Entrega del diseño	\$ 4.50	Prorratio	\$ 12.34	\$ 0.00	\$ 12.34
91	Imposición de servidumbre	\$ 0.00	Prorratio	\$ 50.80	\$ 0.00	\$ 50.80
92	Recopilación de información e informe	\$ 0.00	Prorratio	\$ 31.03	\$ 0.00	\$ 31.03
93	Entrega de tramite de servidumbre	\$ 0.00	Prorratio	\$ 19.77	\$ 0.00	\$ 19.77
94	Tramite de obtención de la resolución de servidumbre	\$ 0.00	Prorratio	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00

ANEXO 3B

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	enero			febrero			
					F	P	M	F	P	M	
29	Polígono Base y enlace entre vértices	1 día	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
30	Desbroce y alineación entre vértices	1 día	mié 14/01/04	jue 15/01/04							
31	Levantamiento topográfico del perfil longitudinal y planimetría	1.5 días	jue 15/01/04	vie 16/01/04							
32	Amojamiento y referencias	0.5 días	vie 16/01/04	lun 19/01/04							
33	Procesamiento de información y elaboración de planos	2 horas	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
34	Entrega y recepción	2 horas	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
35	Estudio de suelos	1.01 días	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
36	Definición del sitio	0.06 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
37	Perforación, ensayos SPT, toma de muestras	0.19 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
38	Ensayos de clasificación	0.16 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
39	Compresión simple	0.13 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
40	Densidad natural	0.13 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
41	Ensayo triaxial	0.25 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
42	Consolidación	0.63 días	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
43	Calicatas	0.25 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
44	Informe técnico	0.13 días	mié 14/01/04	mié 14/01/04							
45	Trámite en el CONELEC	0.8 días	mié 14/01/04	jue 15/01/04							
46	Ingreso del estudio revisión y observaciones	0.8 días	mié 14/01/04	jue 15/01/04							
47	Ejecución de observaciones CONELEC	2 horas	jue 15/01/04	jue 15/01/04							
48	EIA definitivo	1.88 días	jue 15/01/04	lun 19/01/04							
49	Recopilación y procesamiento de información	1 hora	jue 15/01/04	jue 15/01/04							
50	Trabajo de campo	0.5 días	jue 15/01/04	jue 15/01/04							
51	Informe de caracterización ambiental	2 horas	jue 15/01/04	vie 16/01/04							
52	Descripción de las acciones del proyecto capaces de producir impe	2 horas	vie 16/01/04	vie 16/01/04							
53	Evaluación de impactos ambientales	0.5 días	vie 16/01/04	vie 16/01/04							
54	Plan de manejo ambiental	2 horas	vie 16/01/04	lun 19/01/04							
55	Edición del informe	1 hora	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
56	Ruta aprobada	2 horas	jue 15/01/04	jue 15/01/04							

ANEXO 3B

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	enero			febrero			
					F	P	M	F	P	M	
57	Obtención de la licencia ambiental	15.75 días	lun 19/01/04	mar 10/02/04							
58	Elaboración de documentos y entrega	6 horas	lun 19/01/04	mar 20/01/04							
59	Trámite de obtención de licencia ambiental	15 días	mar 20/01/04	mar 10/02/04							
60	Diseño	19.88 días	mar 13/01/04	mar 10/02/04							
61	Diseño electromecánico	4.81 días	mar 13/01/04	mar 20/01/04							
62	Conductor a utilizar	0.75 días	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
63	Calculo del conductor a utilizar	0.5 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
64	Calculo de cable de guardia	0.5 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
65	Calculo de OPGW a utilizar	0.5 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
66	Informe conductor a utilizar	2 horas	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
67	Diseño de puesta a tierra	0.81 días	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
68	Medida de la resistividad	0.5 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
69	Clasificación de suelos por rango de resistividad	0.5 horas	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
70	Diseño de puesta a tierra	2 horas	mar 13/01/04	mié 14/01/04							
71	Estudio coordinación de aislamiento	0.5 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
72	Recopilación de información	0.25 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
73	Diseño del aislamiento	0.25 días	mar 13/01/04	mar 13/01/04							
74	Diseño de estructuras tipo	1.5 días	mié 14/01/04	jue 15/01/04							
75	Hipótesis de carga	0.5 días	mié 14/01/04	mié 14/01/04							
76	Diseño de estructuras tipo	1 día	mié 14/01/04	jue 15/01/04							
77	Ubicación de estructuras	2.5 horas	jue 15/01/04	jue 15/01/04							
78	Tabla de ubicación de estructuras	1 día	jue 15/01/04	vie 16/01/04							
79	Tabla de tendido y offset	0.5 días	vie 16/01/04	lun 19/01/04							
80	Tabla de cantidades	2 horas	vie 16/01/04	lun 19/01/04							
81	Especificaciones técnicas de suministro y construcción	0.5 días	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
82	Memoria de diseño	0.5 días	lun 19/01/04	mar 20/01/04							
83	Diseño Civil	2.1 días	jue 15/01/04	lun 19/01/04							
84	Diseño de fundaciones	2.1 días	jue 15/01/04	lun 19/01/04							

ANEXO 3B

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	enero			febrero			
					F	P	M	F	P	M	
85	Diseño de zapatas	1.5 horas	jue 15/01/04	vie 16/01/04							
86	Diseño de grillas	1 hora	vie 16/01/04	vie 16/01/04							
87	Diseño de vigas	1 hora	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
88	Diseño de especiales	1 hora	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
89	Dibujo del esquema de fundación	0.5 días	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
90	Entrega del diseño	1 hora	lun 19/01/04	lun 19/01/04							
91	Imposición de servidumbre	15.38 días	lun 19/01/04	mar 10/02/04							
92	Recopilación de información e informe	2 horas	lun 19/01/04	mar 20/01/04							
93	Entrega de tramite de servidumbre	1 hora	mar 20/01/04	mar 20/01/04							
94	Tramite de obtención de la resolución de servidumbre	15 días	mar 20/01/04	mar 10/02/04							

