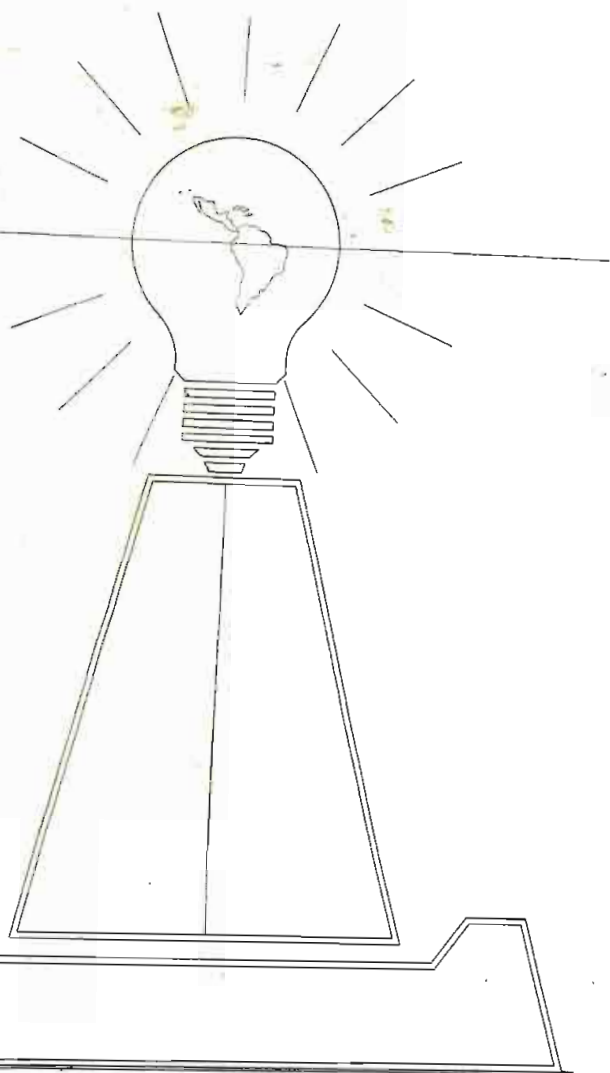




INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

41.029



EQUADOR

621.3192

MBRE 1977

OL49

VII CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE ELECTRIFICACION RURAL

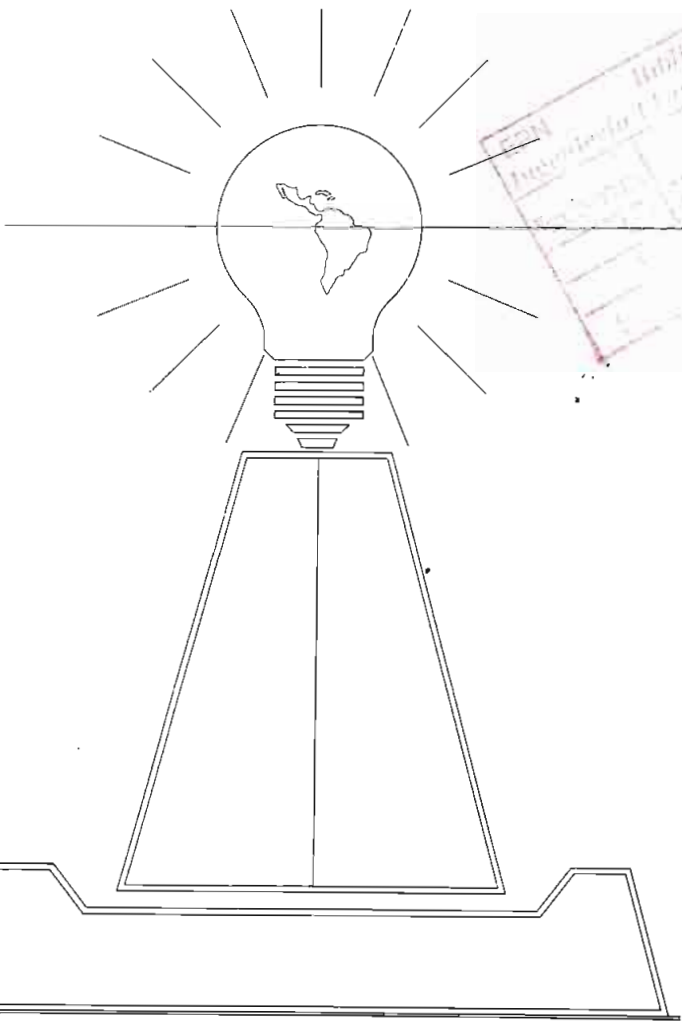
4000

621,3192 7. 0149



INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION



OPTIMIZACION TECNICO - ECONOMICA DEL DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION

Autor: Ing. Francisco Olliver Romero

Comisión Federal de Electricidad

ECUADOR

QUITO 26 - 30 SEPTIEMBRE 1977

000:19



VII CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE ELECTRIFICACION RURAL

INTRODUCCION

Específicamente en el aspecto de distribución eléctrica, que es el problema que nos ocupa, recientemente surgió la necesidad de desarrollar en breve —plazo, en forma económica y con limitados elementos, el proyecto y construcción de un gran número de líneas de distribución localizadas en todo el territorio nacional, sujetas a diversas condiciones topográficas y climatológicas, y por lo tanto con variadas características de diseño.

Este problema de proyectos se resolvió en forma económica y rápida mediante una solución mecanizada, hasta donde fué posible, la cual se ha seguido aplicando a la fecha.

En vista de los resultados satisfactorios obtenidos, se consideró conveniente desarrollar el tema PROYECTO DE LINEAS DE DISTRIBUCION bajo los lineamientos de dicha solución mecanizada, pero en forma general, para lograr la flexibilidad necesaria que permita su aplicación eficaz en el diseño de cualquier línea.

Debido al tiempo de que se dispone y con el objeto de no abusar de la posible atención, el tema será tratado en forma breve y sencilla en lo posible. La idea es plantear a ustedes un panorama general, que puede ser de utilidad para orientar y auxiliar el desarrollo del proyecto, y considerar los elementos necesarios para la ejecución del diseño de acuerdo con las particularidades que presenta.

En términos generales el proyecto de una línea de distribución se inicia con la recopilación de cierta información básica, la cual permite: el desa

Si a esta situación se añaden las nuevas líneas programadas, puede llegar el momento de que una zona determinada los elementos con que se cuentan no sean suficientes para resolver el problema.

para evitar esta situación se recomienda invertir el tiempo necesario en las investigaciones de cargas futuras, aplicar con holgura y criterio los incrementos anuales de carga obtenidos de datos estadísticos reales y proyectar a largo plazo. En última instancia, si hay duda, se sugiere estimar con prudencia las cargas más bien sobradas que limitadas, ya que hasta la fecha la experiencia ha demostrado que en muchos casos los pronósticos se han quedado cortos.

- 2).- Determinación de los puntos de envío y recepción de la energía a -- transmitir. Estos datos son básicos para el proyecto y deben incluir la información relativa a la conveniencia de que la línea pase cerca de poblados, o zonas industriales que en el futuro se proyecta electrificar.

Asimismo se deben prever las posibles interconexiones con otros sistemas y sobre todo, la posibilidad de que la línea se prolongue. Se sugiere planear la programación con el debido cuidado, a fin de evitar en lo posible el caso de que se tenga que construir una nueva línea paralela a otra ya existente, por que en esta el calibre es insuficiente y no es posible sacarla de servicio para reemplazarla.

- 3).- Longitud probable de la línea.

Como se explica con mayor detalle más adelante, esta información puede obtenerse de planos geográficos, previa selección del trezo probable que tendrá la línea.

4).- Número de circuitos.

Es importante definir el número de circuitos trifásicos antes de iniciar el desarrollo del proyecto, ya que un cambio en este concepto modificará radicalmente el diseño de la estructura y el tipo de materiales solicitados.

Si en una línea ya proyectada es necesario adicionar otro circuito se recomienda llevar a cabo los cambios de altura y resistencia mecánica de las estructuras que procedan, en tal forma que no se modifiquen las limitaciones electromecánicas para cada tipo de estructura y se tenga que repetir el trabajo de localización.

5).- Voltaje.

Es necesario determinar los voltajes actuales disponibles en la zona, para ejecutar el proyecto al más adecuado de acuerdo con las características de carga y distancia.

Se recomienda efectuar las investigaciones procedentes para determinar los cambios de voltaje que se llevarán a cabo de acuerdo con la planeación futura, con el objeto de decidir sobre una de las siguientes alternativas:

- a).- Si las estructuras y el aislamiento se diseñan para el voltaje existente.
- b).- Si las estructuras se diseñan para el voltaje futuro, instalándose aisladores suficientes para el voltaje existente.
- c).- Si las estructuras y el aislamiento se diseñan para el voltaje futuro, aún cuando por un tiempo razonablemente corto la línea opere a un voltaje menor.

En caso de que no haya un voltaje disponible en la zona, o que el existente no sea el adecuado para resolver el problema de distribución eléctrica, el proyectista deberá efectuar un detallado análisis técnico-económico de todo el sistema completo para seleccionar el voltaje más económico, ya que el costo de la línea será solo uno de los factores a considerar.

2.- INFORMACION COMPLEMENTARIA Y OBTENCION DE DATOS METEOROLOGICOS.

En adición a las características básicas de proyecto, existe cierta información secundaria que se recomienda obtener anticipadamente para poder complementar el proyecto en tiempo oportuno.

Para obtener esta información el proyectista debe efectuar una visita a la zona en que se instalará la línea y platicar con el personal que se encargará de operar y dar mantenimiento a las instalaciones, con el objeto de que en el proyecto se consideren sus recomendaciones y puntos de vista.

Normalmente estas pláticas entre el personal que proyecta y el que opera, se llevan a cabo cuando se visita el terreno para seleccionar el trazo preliminar de la línea, teniendo el proyectista oportunidad de observar algunos detalles importantes como nivel de corrosión en la zona, existencia de contaminación, etc., que son de capital importancia para incluir en el proyecto los materiales más adecuados, que ofrezcan la mayor durabilidad y facilidad de mantenimiento y operación.

Entre la información complementaria que se recomienda obtener tenemos:

- a).- Determinación de los materiales sobrantes que se tienen en existencia y que pudieran ser utilizados.
- b).- Obtención de planos geográficos particulares de la Zona, datos de -

caminos y accesos y demás información que facilite la selección - del trazo preliminar de la línea.

c).- Número de aisladores en las cadenas de suspensión de las líneas - existentes en la zona, con voltaje similar a la que se proyectará y datos estadísticos del comportamiento de dichas líneas.

Esto es de suma importancia, ya que hemos encontrado algunos ca-
sos en que el número de aisladores calculado no coincide con los-
que en la práctica se requieren para asegurar un buen comportamien-
to de las líneas en la región.

d).- Existencia de contaminación salina, industrial, o polvos, que o-
bliguen a sobreaislar la línea o a utilizar aisladores tipo nie-
bla (smog).

e).- Grado de la corrosión ambiental y subterránea, con el objeto de -
seleccionar los materiales más adecuados para resistirla.

f).- Comportamiento de los materiales y accesorios instalados en otras
líneas similares en la zona y análisis de las fallas que se han -
reportado, a fin de excluir del proyecto, si procede, el tipo de -
material que ha ocasionado problemas. Preselección del tipo de --
conductor y tipo de suspensión, remate y empalmes para los cables.

g).- Clasificación de la configuración del terreno en plano, semiabrupto ó abrupto, con objeto de hacer una estimación aproximada de -
los materiales y seleccionar el tipo de estructura.

h).- Datos preliminares de vientos fuertes registrados en la región, -
que ayudarán a decidir el tipo de estructura más adecuado.

- i).- Resultados obtenidos en la zona con los postes de madera, problemas de humedad, putrefacción y pájaros carpinteros, a fin de eliminar o no la alternativa de usar estructuras de madera.
- j).- Opinión del personal de operación del tipo de estructura que estimen más adecuada considerando todos los anteriores puntos, su comportamiento en la zona, así como el grado de confiabilidad que deba tener la línea.
- k).- Dirección de los vientos dominantes para juzgar la posibilidad de tener problema de vibraciones en los cables, o de descargas industriales, salinos, etc. en la línea.
- l).- Tipo de terreno y existencia de zonas inundables, pantanosas, arenosas, cruces de río, etc., a fin de efectuar oportunamente el análisis de mecánica de suelos, si es que procede.
- m).- Existencia de zonas urbanas a lo largo del trazo de la línea, para prever el tipo de estructura necesario y solicitar los materiales.
- n).- Cruzamientos especiales en los que se requiere dar un libramiento especial, como cruce de ríos navegables, zonas cañeras, depósitos de agua con sustancias inflamables, etc.
- o).- Antecedentes de problemas de vibraciones que se hayan reportado en la zona.

Para completar la información necesaria para el proyecto, se recomienda finalmente obtener los siguientes datos meteorológicos anuales:

- a).- Velocidad máxima de viento.
- b).- Velocidad media de viento.
- c).- Temperatura ambiente máxima.
- d).- Temperatura ambiente mínima.
- e).- Temperatura ambiente media.
- f).- Registro de nevadas y espesor del depósito o lámina.
- g).- Formación de hielo en los cables y espesor del recubrimiento.
- h).- Número de días en que se registraron tormentas eléctricas durante el año.
- i).- Humedad relativa.

Exceptuando el dato de formación de hielo en cables, que puede ser proporcionado por el personal de operación en la zona, toda la anterior información puede ser recabada en las estaciones meteorológicas.

Los datos meteorológicos deben ser anuales, comprender un período de unos 20 años atrás de la fecha en que se desarrolle el proyecto y por supuesto corresponderán a estaciones de registro cercanas a la trayectoria de la línea.

Una vez obtenida la información debe analizarse con criterio, a fin de seleccionar los datos que servirán de base para el proyecto.

Por ejemplo, al seleccionar la velocidad máxima de viento para el diseño, generalmente no es conveniente tomar el mayor valor registrado, que puede deberse a un ciclón o causa similar, que esporádicamente se presenta.

Normalmente es recomendable seleccionar el valor alto más repetitivo, verificando que los valores máximos registrados sean cubiertos con el factor de seguridad.

Con el objeto de obtener líneas económicas, hay casos en que se sigue el criterio de dejar fuera del factor de seguridad algunos valores máximos, es de—

dir, se proyecta la línea corriendo el riesgo de que algunas de las estructuras fallen si se presenta en los años futuros la velocidad máxima.

Obviamente en estos casos se analiza la importancia y confiabilidad que debe tener la línea, concluyéndose a veces que no se requieren estructuras a prueba de ciclones, ya que cuando éste ocurra la población esté arrasada y la demanda de energía eléctrica es prácticamente nula.

En estos casos se obtienen economías apreciables en el costo de las líneas compensándose la debilidad del diseño mediante un análisis cuidadoso de los materiales de reserva que deben estar disponibles en cualquier momento, para sustituir las estructuras que llegaren a fallar.

Para adoptar este criterio deben desde luego estudiarse otros factores importantes, como facilidad de acceso a las estructuras, estado de caminos al ocurrir el colapso, equipo de que se dispone, capacidad del personal para restaurar oportunamente el servicio, etc.

3.- SELECCION DEL TRAZO DE LA LINEA.

Este es uno de los aspectos más importantes dentro del proyecto de una línea de distribución, y de él dependerá en gran parte el grado de economía que en el costo de la construcción se obtenga, así como la magnitud de los gastos de mantenimiento durante toda la vida útil de las obras.

En términos generales se puede decir que un buen trazo de línea debe reunir las siguientes características básicas:

- a).- Ser lo más corto posible entre los puntos de envío y recepción de la energía.
- b).- Estar lo más cerca posible de vías de comunicación y de acceso.

- c).- No cruzar terrenos abruptos y difíciles.
- d).- No cruzar áreas urbanas e industriales actuales o de desarrollo futuro.
- e).- No tener cambios bruscos en su dirección, ni en el tipo de terreno que atravieza.
- f).- No contener excesivos cruzamientos de carreteras, ferrocarril, líneas de potencia y telecomunicación, vías, etc.
- g).- No cruzar terrenos en que el costo del derecho de paso y de apertura de brecha sean caros.
- h).- No cruzar por zonas de elevada altitud.

Para poder cumplir en lo posible con los anteriores requisitos, el proyectista tiene el auxilio de los planos geográficos y de caminos, planos de detalle de la zona que pueden obtenerse en las dependencias oficiales y fotografías aéreas. Con la ayuda de esta información puede escogerse un trazo tentativo, que en zonas abruptas conviene verificar mediante vuelos en avioneta y de preferencia en helicóptero.

Para el estudio del trazo e inclusive para la obtención del levantamiento topográfico, existe el sistema de aerofotogrametría, que es un proceso que permite obtener mapas o planos a partir de fotografías aéreas del terreno.

El vuelo fotogramétrico se hace por fajas y las fotos se toman con cámaras especiales en forma que se sobrepongan parcialmente, tanto en el sentido del vuelo como transversalmente, un 60% en el primer caso y de un 30% a 40% en el segundo, por lo cual cada punto del terreno aparece por lo menos en dos fotografías. Con esto se logra aprovechar el principio de la visión estereoscópica o de 3a. dimensión, que facilita grandemente la labor del proyectista para se

leccionar el trazo más adecuado.

Para poder llegar a obtener el detalle planimétrico y las curvas de nivel, se requiere del denominado apoyo terrestre, que consiste en marcar en el terreno cierto número de puntos y referirlos por medio de coordenadas a un sistema de ejes tridimensionales. Estos puntos deben ser de fácil e inequívoca identificación en los fotogramas y son localizados en el campo por los métodos topográficos corrientes.

Finalmente es necesario un complejo trabajo de gabinete, cuyo resultado final son los planos de planta y perfil comunes.

Debido al costo y a lo especializado de este sistema, no es muy usual para el caso de líneas de distribución, por lo que en el presente trabajo nos referiremos a los sistemas tradicionales.

Para llevar a cabo una selección efectiva del trazo que debe tener la línea y evitar en la posible modificaciones y tiempo perdido, se recomienda:

- a).- Que el ingeniero proyectista visite el terreno en compañía del topógrafo designado para ejecutar el levantamiento, una vez que se haya marcado en un plano o croquis el trazo tentativo antes explicado.
- b).- Que se haga un reconocimiento general del terreno para definir con la mayor precisión posible los puntos de partida y llegada en las subestaciones terminales, así como los puntos obligados por donde debe pasar el trazo.
- c).- Informar al topógrafo el voltaje de la línea y el tipo de estructuras que se proyectan instalar, de lo cual se concluirá si el levantamiento es de primera o segunda importancia, según la clasifica—

ción que se explica más adelante.

Es muy importante que el topógrafo tenga conocimiento del tipo de estructura e idea de sus limitaciones, para que las decisiones — que tome durante el desarrollo de su trabajo, faciliten y no compliquen la localización de estructuras que posteriormente efectuará — el proyectista.

- d).- En zonas urbanas, industriales, o en zonas congestionadas por accidentes naturales del terreno, el ingeniero debe precisar al topógrafo la ruta y los puntos de deflexión, de acuerdo con la capacidad mecánica y altura de las estructuras, disposición de las retenidas (si las hay), problemas de cruzamiento, etc.

Una vez efectuado lo anterior, queda a cargo del topógrafo ejecutar el trazo preliminar, que consiste en un reconocimiento más detallado del terreno, que permitirá al ingeniero juzgar las modificaciones procedentes antes de iniciar el trabajo topográfico en forma.

Para la ejecución de dicho trazo preliminar el topógrafo deberá tener presentes las siguientes recomendaciones:

- a).- Realizar alineamientos lo más largo posible y evitar deflexiones grandes.
- b).- De preferencia las deflexiones deben localizarse en terreno plano.- Si no es posible se escogerán puntos elevados, evitándose los puntos bajos.
- c).- En terreno plano, cuando existe la necesidad de tener dos deflexiones cercanas, la longitud de la tangente entre ellas debe ser un múltiplo del claro normal.

d).- Al localizar las deflexiones es importante tener presente el tipo de estructuras, con objeto de dejar el espacio necesario para las retenciones y evitar su interferencia con cercas, líneas de potencia o telecomunicación, caminos, etc.

Previendo un espacio libre definido por un círculo con radio mínimo de unos 20 metros, queda resuelto este problema.

e).- De acuerdo con la dirección de los vientos dominantes se mantendrá una distancia suficiente de canteras, hornos de cal, fábricas de productos químicos, etc.

f).- Pasar el trazo cuando menos a 150 m. de conjuntos de casas y a 50 m. de cualquier construcción aislada.

g).- Todos los cruzamientos del trazo con líneas de potencia y telecomunicación, ferrocarriles, carreteras y caminos, se deben efectuar lo más perpendicular que sea posible, evitándose de preferencia hacerlo a menos de 45°.

h).- Se evitará llevar el trazo paralelo y en las cercanías de líneas telefónicas, telegráficas, de señales, así como las de comunicación de los ferrocarriles.

i).- En todo lo posible se evitará que el trazo cruce terrenos con bosques espesos o con derechos de vía costosos; áreas expuestas a fuertes escurrimientos o deslizamientos; zonas inundables y pantanosas; terrenos de relleno y blandos, o sujetos a erosión; aeropuertos y campos de aterrizaje; ríos y barrancas de excesiva longitud y obtáculos similares.

Se recomienda que el topógrafo someta a aprobación del ingeniero el trazo preliminar, en un croquis a una escala de 1:25 000 para líneas hasta de 25 kilóme-

tros y de 1: 50 000 para mayores longitudes, incluyendo cuando menos los siguientes datos:

- a).- Configuración del terreno.
- b).- Tipo del suelo .
- c).- Poblaciones y rancherías y su localización respecto al trazo.
- d).- Líneas eléctricas o de telecomunicación que se cruzan, o que van - paralelas al trazo.
- e).- Obstáculos como casas, carreteras, minas, zonas inundadas o inunda- bles, pantanos, polvorines, barrancas, ríos, etc.
- f).- Localización de caminos, carreteras, vías de ferrocarril y cual-— quier otro acceso que pueda facilitar la construcción y mantenimien- to.
- g).- Terrenos boscosos y localización de cultivos, marcando las zonas - cañeras.
- h).- Ubicación de aeropuertos y pistas de aterrizaje.
- i).- Cantidad de deflexiones y su magnitud.
- j).- Longitud aproximada de las tangentes y total de la línea.

Una vez ratificado o rectificado por el ingeniero el trazo preliminar, se pue- de iniciar el levantamiento topográfico.

4.- LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

De conformidad con la importancia de la línea, los trabajos topográficos pueden

clasificarse en:

- a).- Levantamientos de primera importancia: Se efectúa el trabajo con tránsito y cinta por lo que respecta a planimetría, y con nivel-fijo o el tránsito utilizándolo como nivel, para la altimetría.
- b).- Levantamientos de segunda importancia: Se usa el método estadimétrico comprobando las lecturas hacia atrás y adelante, para cerciorarse de que las distancias no se excedan de las tolerancias-marcadas por el mismo método y las permitidas por la aproximación del aparato usado.

En general se estima que el método estadimétrico es suficiente, excepto para casos especiales como el levantamiento de tramos que incluyen cruces con ferrocarril, carreteras, zonas urbanas, etc.

A continuación se comentarán una serie de recomendaciones que es conveniente tener presentes durante el desarrollo de los trabajos topográficos, a fin de facilitar el proyecto y construcción de las líneas de distribución.

- 1.- El señalamiento del trazo se debe hacer con la ayuda de estacas de estación numeradas, colocadas como máximo cada 200 m. La cabeza de las estacas se pintará de amarillo para su fácil localización.
- 2.- Se colocarán mojoneras de concreto pintadas de blanco a cada dos kilómetros de terreno abrupto y a cada 3 Km. en terreno plano, o con lomerío suave.

Se recomienda instalar mojoneras dentro del derecho de vía y adyacentes a los acotamientos de las carreteras y caminos importantes, para auxilio de la localización del trazo.

- 3.- En los planos del levantamiento se deben marcar los linderos de propiedad, nombre del propietario, tipo de cultivo y clase del terreno.

El nombre del propietario será de utilidad posteriormente, cuando se gestionen los derechos de paso de la línea, las indemnizaciones por apertura de brecha y los daños que se ocasionen durante la construcción.

- 4.- A fin de evitar problemas de falta de libramiento de los cables al piso, cuando el trazo cruza por terrenos cuya sección transversal tiene una pendiente de 20 % o mayor, se deberá levantar un contraperfil a la derecha y otro a la izquierda, a una distancia del eje de la línea de 1.55 mts.

Los contraperfiles se dibujarán con línea punteada en las mismas hojas del levantamiento que contiene el perfil, marcándose con las letras CPD el contraperfil de la derecha y CPI el de la izquierda siguiendo la dirección del caminamiento.

Como detalle separado, para cada deflexión se dibujará el perfil según la bisectriz del ángulo, a una distancia de 10 m. a cada lado del eje.

En caso de que se cruce una línea cuyos cables transversalmente tengan una pendiente mayor del 20%, también se deberán marcar en los planos los contraperfiles del cruce de dicha línea a la distancia indicada anteriormente.

En la 1a. hoja de los planos del levantamiento topográfico se indicará la distancia del eje de la línea a la cual se sacaron los con

traperfiles. Este dato es de suma importancia y por ningún motivo debe ser omitido, sobre todo en el caso de que se manejen varios proyectos, cuyos voltajes no estén bien definidos y puedan variar.

- 5.- A lo largo del trazo se deben hacer pozos a cielo abierto con una profundidad de unos 3 m, con objeto de determinar la clase del subsuelo.
- 1o. En términos generales se recomienda hacer un pozo cada 5 Km. y no menos de 3 para cualquier línea. Sin embargo el topógrafo podrá recomendar más o menos sondeos, según el tipo de terreno que encuentre.

El topógrafo deberá anotar en los planos la localización de los pozos y la clasificación de los materiales observados, a fin de que el proyectista pueda decidir si procede o no un estudio de mecánica de suelos más detallado.

- 6.- En cruces con ríos, lagos y otras zonas con agua, se deben marcar en los planos el nivel de aguas existente cuando se hizo el levantamiento, pero sobre todo el nivel de aguas máximas, que es el que servirá de base para lo relativo a libramientos.

Una vez terminados los trabajos, el topógrafo debe entregar, cuando menos, la siguiente información:

- a).- El plano de conjunto o de localización geográfica de la línea, - que incluirá datos como: el número progresivo de las deflexiones, su ángulo indicando si es derecho o izquierdo y su kilometraje; - cruzamientos con carreteras, vías de ferrocarril y caminos importantes, marcando el kilometraje de cruces de ambos; rumbos de las tangentes; tipos de terreno atravesado; poblados, caseríos, cerros cercanos, ríos, así como cualquier otro detalle de importancia que pueda facilitar la localización del trazo; orientación de referencia (norte magnético y geográfico); igualdades de cotas y kilometraje total final del trazo.

- b).- Los planos de planta y perfil del levantamiento, que normalmente se dibujan a una escala vertical de 1: 200 y a una horizontal de 1:2 000.
- c).- Planos de cruzamientos con ferrocarriles, con toda la información necesaria para someterlo a aprobación una vez efectuado el proyecto.
- d).- Libretas de campo, a fin de aclarar cualquier posible error de dibujo.

A continuación se resumen algunos de los errores u omisiones más comunes - que hemos observado en los levantamientos topográficos, con el objeto de que puedan ser de utilidad para el ingeniero al revisar el trabajo del topógrafo ya que ocasionan grandes demoras en el desarrollo del proyecto.

- a).- No se marca el nivel de aguas máximas, por desconocer que es la mayor altura a que ha llegado el agua en todos los años de existencia del río, lago, etc.
- b).- No incluyen los desniveles del terreno. Cuando se incluyen no se marca la distancia del eje del trazo a la que fueron sacados.
- c).- No se anota en los planos el tipo de cultivos, de terrenos y el nombre del propietario.
- d).- Cuando se cruza una línea no se marca de que tipo es y su voltaje, si procede.
- e).- No se indica la altura de los conductores que se cruzan, o la anotación no coincide con lo marcado a escala.
- f).- Se confunde una vereda con un camino transitado por vehículos, o

se marcan caminos ocasionados por los cultivos, que en breve tiempo desaparecerán.

Los caminos no bien definidos o que fácilmente pueden cambiar de lugar, no deben ser marcados en los planos.

g).- Las anotaciones en la vista en planta del levantamiento no coinciden con las del perfil.

Las del perfil por ningún motivo deben omitirse, ya que son las que más se observan al localizar estructuras en el plano. Se recomienda que todas las anotaciones en el perfil se hagan con letra grande, - de 5 mm. cuando menos.

h).- Se seleccionan deflexiones cerca de caminos, carreteras, otras líneas ríos, etc., que ocasionan problemas si las estructuras llevan retenciones.

i).- Los rumbos no coinciden con las deflexiones.

j).- Los datos de rumbos, deflexiones y kilometrajes del plano de conjunto no coinciden con los indicados en los planos del levantamiento.

k).- Las cotas no coinciden cuando se hacen traslapes del perfil, o entre hojas de los planos del levantamiento.

5.- MATERIALES.

Una vez que se han determinado los materiales más adecuados a utilizar, de común acuerdo con el personal que operará la línea, se procede hacer una estimación aproximada del volumen de materiales, con base en la longitud aproximada de línea obtenida del trazo preliminar. El objeto es colocar oportunamente los pedidos por los materiales de mayor tiempo de adquisición, a fin de que al terminar el levantamiento topográfico y el proyecto, se pueda iniciar lo más pronto posible la construcción.

6.- SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA.

Todas las estructuras para soporte de líneas aéreas pueden clasificarse dentro de los siguientes grupos; Tubulares, Madera, Concreto (Octogonal o Pre-tensado). Y pueden estar formadas por uno ó más postes. Las características de las estructuras serán determinadas por las condiciones particulares de cada Zona partiendo además de los datos básicos del proyecto.

7.- DISEÑOS TIPO.

Considerando la gran cantidad de proyectos programados a realizar, la fecha de entrada en servicio de las obras, los elementos disponibles y lo complejo que resultaría ejecutar un diseño para cada línea de Distribución, se procedió a efectuar un estudio, para determinar la posibilidad de llevar a cabo los trabajos de proyecto de la mayor parte de las obras mediante la aplicación de diseños tipo.

Dicho estudio básicamente incluyó los siguientes puntos:

- 1.- Clasificación de voltajes.
- 2.- Normalización y clasificación de calibres.
- 3.- Clasificación de altitudes.
- 4.- Tipos de Terreno
- 5.- Clasificación de las condiciones meteorológicas.
- 6.- Estudio comparativo de costos.
- 7.- Análisis de los elementos disponibles y de las fechas de entrada en servicio para las obras programadas.

Como resultado de lo anterior se llegó a la conclusión de que era posible y conveniente desarrollar diseños tipo, que con la flexibilidad adecuada serían la solución de proyecto de la mayor parte de las líneas de Distribución en programa. Las obras que por sus particularidades no pueden o no deben ser proyectadas mediante este sistema, integran una minoría y se les aplica la solución más conveniente en cada caso.

Previo estudio de los materiales, estructuras más adecuadas, etc., los diseños tipo que se propusieron para su desarrollo fueron para líneas de 12 KV y 25 KV con base en estructuras tipo P, HA, HS y HAE de concreto, con crucetas y contravientos de acero galvanizado. Estos diseños se han complementado con los correspondientes a base de postes de madera, con lo cual se ha logrado la flexibilidad suficiente para resolver prácticamente todos los problemas de proyecto y construcción.

Las principales ventajas que se han obtenido mediante la aplicación de los diseños tipo son:

- 1.- **Facilidad y rapidez en el desarrollo de los proyectos:** debido a que los tipos de estructura no varían y a que se tiene una lista de materiales normalizada para cada estructura, el proyecto se facilita grandemente, ya que para los proyectistas el diseño de varias líneas diferentes es prácticamente como una línea continua.
- 2.- **Construcción:** dado que los materiales son iguales para todas las líneas, excepto en lo relativo a los accesorios propios del conductor, se facilita al personal el montaje, además de que se logra una normalización en lo relativo a herramientas y equipos, así como una normalización en los procedimientos de trabajo y en la supervisión, que indudablemente se refleja en costos más bajos de mano de obra por kilómetro de línea construida.
- 3.- **Fabricación de materiales:** la igualdad de los materiales permite la colocación de pedidos por cantidades apreciables, con lo cual se logran los menores precios unitarios. Asimismo se obtiene un control de calidad e inspección para la aceptación de materiales, mucho más fáciles.
- 4.- **Existencias en almacenes:** Debido a que una misma estructura de refacción sirve para el mantenimiento de varias líneas de Distribución, se reducen notablemente las existencias de materiales que es necesario tener en bodegas y almacenes. Los materiales de refacción y su control normalmente representan una inversión improductiva, que en este caso se viene aplicando a la construcción nuevas obras en bene-

ficio de la población rural.

- 5.- Intercambiabilidad: con los diseños tipo se ha logrado una flexibilidad en la utilización de materiales para una obra urgente, tomados de cualquier otra cuya programación puede diferirse.
- Esto nos ha permitido resolver compromisos de suministros industriales no previstos, por falta de solicitud oportuna de servicio.
- 6.- Operación y mantenimiento: Todos los trabajos correspondientes, — las normas de operación y conservación, así como los programas de seguridad aplicables a las instalaciones construidas con los diseños tipo se simplifican, ampliándose las posibilidades de ayuda en materiales y mano de obra entre las Divisiones.

8.- LIMITACIONES ELECTROMECHANICAS DE LAS ESTRUCTURAS TIPO Y SELECCION DEL POSTE.

Para el diseño mecánico de las estructuras, se analizaron las necesidades que tendría que cubrir cada tipo en lo referente a claros medios horizontales, — claros verticales, ángulos de deflexión, condiciones meteorológicas, etc. Se estudiaron también las hipótesis y condiciones de carga a que estarían sujetas las estructuras, así como los factores de seguridad correspondientes.

Para el efecto se consideró la combinación de condiciones de carga más representativa de la situación para una línea de Distribución que se pudiera localizar en cualquier parte de la República Mexicana, habiéndose concluido que dicha combinación aplicada a cables AC3R calibre 3/C AWG era representativa y podía tomarse como base para desarrollar el diseño tipo de las diferentes estructuras.

Una vez obtenido el diseño tipo con el auxilio de las computadoras digitales y verificada la capacidad máxima de carga de las estructuras mediante las pruebas de campo correspondientes, se efectuaron los cálculos de limitaciones — electromecánicas para los casos en que el calibre a instalar es diferente, de acuerdo con las condiciones meteorológicas particulares, a fin de utilizar — las estructuras eficazmente en cualquier línea.

Para calcular las cargas transversales y verticales se fijaron los siguientes claros para cada tipo de estructura:

ESTRUCTURA TIPO	POSTERIA	KV.	ACSR 1/0 AWG			ACSR 3/0 AWG			ACSR 266.8 MCM		
			C.M.H. mts.	C.V. mts.	C.E. mts.	C.M.H. mts.	C.V. mts.	C.E. mts.	C.M.H. mts.	C.V. mts.	C.E. mts.
P	CONCRETO	13	255	1530	275	200	960	305	155	600	405
		33			255			280			360
	MADERA	13	260	1530	275	205	960	305	160	600	405
		33			255			280			360
HS y HA	CONCRETO	13	560	2470	415	440	1555	455	340	975	595
		33			370			410			540
	MADERA	13	555	2470	415	435	1555	455	340	975	595
		33			370			410			540
HAE	CONCRETO	13	845	2470	865	660	1555	995	520	975	1230
		33			820			940			1180
	MADERA	13	1065	2470	865	745	1555	995	655	975	1230
		33			820			940			1180

CLAVE: C.M.H. CLARO MEDIO HORIZONTAL
C.V. CLARO VERTICAL
C.E. CLARO ELECTRICO

Para el cálculo de las cargas que actúan sobre las estructuras se consideró:-

Presión Máxima de Viento;

en cables

39 Kg/m²

En postes (Superficie plana)

101 Kg/m²

Presión de viento reducida:

En cables

20 Kg/m²

En postes (Superficie Cilíndrica)

50 Kg/m²

Espesor de la capa de hielo

6 m m

Temperatura mínima

-10° C

Como ya se mencionó antes, los postes que forman las estructuras pueden ser de diferente material y la selección del más adecuado dependerá de las condiciones específicas de la línea en que se instalarán.

A continuación se comentan las principales ventajas y desventajas de los más usuales:

.... ////

I.- POSTES DE ACERO.

VENTAJAS.

Fácilmente pueden obtenerse postes de cualquier altura y resistencia mecánica. Los de colosia son ligeros y fáciles de transportar, ideales para instalarse en sitios de difícil acceso.

DESVENTAJAS.

- 1.- Excesivo precio.
- 2.- Requiere inspección durante la fabricación.
- 3.- Se depende de limitados fabricantes para la entrega de materiales.
- 4.- Usualmente se han tenido problemas con la entrega oportuna del acero estructural.
- 5.- Elevados gastos de transporte por fabricación forzosa en lugares distantes de los puntos de utilización.
- 6.- Problemas de corrosión en el metal, en zonas de contaminación y en terrenos húmedos.
- 7.- Control para la clasificación y almacenamiento de elementos, mayor trabajo para el armado y para la instalación, pérdidas de tornillos, de elementos metálicos, etc. Esto se resuelve parcialmente en el caso de ser del tipo soldado.
- 8.- Relleno y pisonado de cepas más lento y cuidadoso.
- 9.- Escasa flexibilidad del poste. Los excesos de tensión durante la construcción y en la operación de la línea, no son absorbidos debido a la rigidez del poste.

II.- POSTES DE CONCRETO.

VENTAJAS.

- 1.-Cualquier contratista puede fabricar el poste.
- 2.- La construcción de la posteria representa una fuente de trabajo en la Zona.
- 3.- Fabricando los postes de transporte. El poste puede inclusive clarse en el lugar de su erección en sitios de difícil acceso.

- 4.- No tiene los problemas de corrosión como el poste de acero, ni de putrefacción, o ataque de insectos y pájaros como la madera.
- 5.- Se emplean materiales que fácilmente pueden obtenerse en la zona.

DESVENTAJAS.

- 1.- Pesado y delicado para su manejo.
- 2.- Requiere inspección durante su fabricación.

III.- POSTES DE MADERA.

VENTAJAS.

- 1.- No tiene problemas de corrosión.
- 2.- Es relativamente ligero y fácil de transportar.
- 3.- Pueden obtenerse postes de cualquier altura.

DESVENTAJAS.

- 1.- Altos gastos de transporte.
- 2.- Corta vida útil.
- 3.- Presenta problemas de putrefacción, ataque de insectos, pájaros, etc.
- 4.- Sujeto al peligro de quemarse y a daños con hachas y machetes, - lo cual es un problema de zonas rurales.
- 5.- Dificultado para el montaje de herrajes y accesorios, debido a - la variación de los diámetro de los postes.
- 6.- Falta de homogeneidad en la calidad y resistencia del material.
- 7.- Apariencia no muy buena.
- 8.- Con cambios bruscos de temperatura y a lo largo de su vida se enjuta, con lo cual la cimentación pierde consistencia.

Conviene aclarar que el concreto es el material que más estamos utilizando, - sin embargo existen diseños tipo a base de postes de madera y acero, que proporcionan la flexibilidad suficiente para resolver los casos especiales que - llegaran a presentarse por problemas de inaccesibilidad o libramientos. o

bién para desarrollar un proyecto completo.

9.- DETERMINACION DE LAS LIMITACIONES MECANICAS DE LAS ESTRUCTURAS TIPO PARA UN PROYECTO PARTICULAR.

Si las características básicas y datos meteorológicos para un proyecto específico, son diferentes de los considerados para el diseño de las estructuras tipo, pueden calcularse las nuevas limitaciones mecánicas de las estructuras por medio de un análisis comparativo.

10.- CALCULO DE FLECHAS Y TENSIONES.

La longitud de los claros, la altura y resistencia mecánica de las estructuras, son básicamente consecuencia de las flechas y tensiones de los conductores.

A su vez, las flechas y tensiones de los cables dependen de la temperatura y de las condiciones de carga que rigen el cálculo.

Si la temperatura baja, la tensión se incrementa y la flecha decrece. Así mismo, bajo la acción del viento y hielo el cable se sobretensiona cierta cantidad, que dependerá de la magnitud de la carga impuesta.

Para evitar que las sobretensiones resultantes alcancen límites peligrosos y pueda inclusive romperse el cable bajo condiciones climatológicas severas, es importante prefiar cierto valores limitativos que regirán los esfuerzos máximos en los cables, de tal manera que el factor de seguridad no sea excedido bajo las condiciones más desfavorables de carga en la línea.

Las condiciones limitativas más usuales para el cálculo de flechas y tensiones en México son:

- 1.- Bajo las condiciones de carga más severas que puedan registrarse en el área en que se localice la línea, la tensión máxima no debe exceder del-

40 al 50% de la carga de ruptura de los cables.

2.- A 0°C, sin carga y en condiciones finales, los cables no deben exceder el 25% de su carga de ruptura.

3.- A 0°C, sin carga y en condiciones iniciales, el cable conductor no debe exceder el 33.3% de su carga de ruptura.

4.- La tensión en condiciones finales, sin carga y a la temperatura de carga diaria, no debe ser mayor del 18 al 25% de la tensión de ruptura de los cables.

Normalmente esta última condición limitativa es la que gobierna el diseño, sin embargo, es conveniente verificar las otras tres.

Puesto que la condición número 4 decidirá generalmente la magnitud de las tensiones y éstas son uno de los factores determinantes para la existencia de vibraciones en los cables, se recomienda seguir el criterio de medidas preventivas y limitar este valor al 20% de la tensión de ruptura.

Asimismo, se sugiere revisar los valores para claros cortos, en los que es factible la aparición de sobretensiones mecánicas.

De que un cable, al tenderse entre dos soportes al mismo nivel y sin más carga que la de su propio peso natural, adquiere la configuración de una catenaria, cuya fórmula es:

$$F = \frac{W A^2}{8 T} + \frac{W}{6 T} \left(\frac{W A^2}{8 T} \right)^2 + 0.4 \left(\frac{W}{6 T} \right)^2 \left(\frac{W A^2}{8 T} \right)^3$$

F = Flecha en metros.

A = Longitud del claro en metros.

T = Tensión horizontal, en Kg.

W = Peso propio del cable por unidad de longitud, en Kg/m.

Para claros cortos la curva de la parábola se aproxima bastante a la forma de la catenaria y su fórmula es más sencilla, correspondiendo al primer término de la antes citada:

$$F = \frac{W A^2}{8 T}$$

la fórmula de la parábola debe ser empleada para resolver problemas de claros a nivel y no mayores de unos 300 m, o cuando la flecha sea menor del 5% de la longitud del claro.

Para valores mayores se introduce error y hay que aplicar las correcciones que resultan del segundo y tercer término de la fórmula de la catenaria.

Para el cálculo de las tensiones que deben emplearse en estas fórmulas, a diferentes temperaturas y condiciones de carga, existen varios métodos entre los que se cuentan el de Cardan y Newton.

Actualmente nosotros estamos utilizando el método de la Ecuación del Cambio de Estado, que se tiene programado para correrse en la computadora de CFE y que nos proporciona rápidos resultados para las tensiones.

11.- ELABORACION DE PLANTILLA Y LOCALIZACION DE ESTRUCTURAS.

La plantilla debe contener la siguiente información:

- 1.- Las curvas de temperatura mínima en condiciones iniciales y la de temperatura máxima en condiciones finales, para el cable conductor.
- 2.- La curva de libramiento a tierra.
- 3.- La curva de localización de estructuras. Si hay estructuras de diferentes alturas, conviene incluir las curvas correspondientes.
- 4.- Los datos de cables y condiciones para las cuales fué elaborada la plan

tilla.

La plantilla debe ser adecuada para emplearse en claros hasta de 1,00 m y su graficación conviene hacerla sobre un papel milimétrico que coincida con el rayado de los planos de levantamiento topográfico, ya que una diferencia de 1 m m representará 20 cm a las escalas que normalmente se usan.

La localización de estructuras es un trabajo que requiere bastante experiencia, sobre todo en terrenos abruptos, y de su calidad dependerá en mucho el costo de la línea.

A continuación se mencionan algunas de las recomendaciones que deben tenerse presentes durante el desarrollo de esta etapa del proyecto:

- 1.- Al localizar estructuras tipo H de remate se debe analizar con cuidado el perfil, para evitar problemas por interferencia de anclas y retenidas con carreteras, barrancas, cercas, etc.
En el caso de caminos vecinales y brechas se seguirá el mismo criterio.
Excepto en casos muy especiales, las estructuras no deberán quedar localizadas a menos de 10 m del derecho de paso de carreteras y vías férreas.
- 2.- En todas las estructuras se preverá el levantamiento en conductores, producido a la mínima temperatura. Para ello se emplearán la curvafría y en condiciones iniciales.
- 3.- En estructuras de suspensión con claros verticales cortos, se evita el desplazamiento máximo de las cadenas de aisladores.
- 4.- En los terrenos con desnivel transversal se revisarán los libramientos del cable adyacente al nivel superior.
Además deberá prevenirse el empotramiento de los postes del lado superior del terreno, para que las crucetas queden horizontales y los postes del lado inferior tengan su empotramiento normal.
- 5.- Se recomienda que los cruzamientos con FF. CC. se hagan con estructuras de suspensión, es decir, no se estima necesario rematar el claro de cruzamiento.

- 6.- La primera estructura antes y después de una subestación debe ser de anclaje.
- 7.- En caso de existir pistas de aterrizaje cercanas se debe revisar la distancia del trazo a las pistas y la altura de cables y estructuras, a fin de cumplir con los reglamentos correspondientes.
- 8.- Se sugiere dejar al último la localización de estructuras en las tangentes de llegada a las subestaciones, para prever cualquier cambio en la adquisición de los terrenos consistentes.
- 9.- Para efectuar las transposiciones la longitud de la línea debe ser dividida en tramos aproximadamente iguales.

La longitud de los claros adyacentes en los puntos de transposición serán lo más iguales posibles y no mayores que el valor del claro normal.

Una vez terminados los trabajos de localización de estructuras es posible obtener la lista de materiales total final de la línea, la cual se compara con los pedidos que anticipadamente se colocaron, a fin de hacer los ajustes que en su caso procedan.

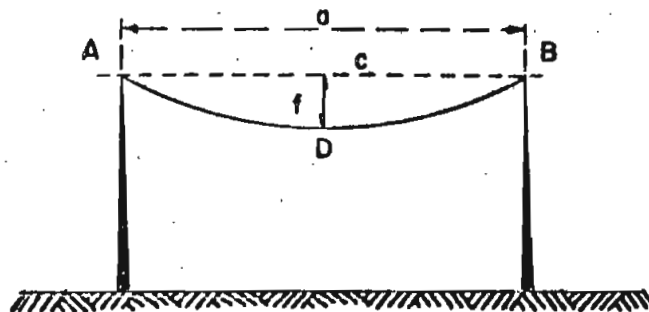
A continuación se hará la ilustración del Método de la Ecuación de Cambio de Estado.

METODO DE LA ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO

Para determinar las tensiones iniciales y finales en una línea de transmisión, se hace uso de la ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO.

Esta ecuación establece que a partir de ciertas condiciones dadas, es posible obtener el comportamiento de los parámetros de la línea de transmisión, para condiciones diferentes de las anteriores. Corresponde a una ecuación de tercer grado de la forma $x^3 - Px^2 - Q = 0$. Su solución puede obtenerse por dos métodos: el primero es el método de CARDAN y el segundo es el método iterativo de NEWTON. En este programa se empleó el método CARDAN.

1.- DEDUCCION DE LA ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO.



REPRESENTACION DE UNA CATENARIA ENTRE DOS APOYOS.

La longitud L de la curva ADB de la figura se deduce de cálculos bastante laboriosos de los cuales sólo se dan los resultados:

$$L = a \left(1 + \frac{8f^2}{3a^2} - \frac{32f^4}{5a^4} + \dots \right) \quad (1)$$

tomando los dos primeros términos del segundo miembro de la ecuación (1), tenemos:

...///...

$$L = a + \frac{8f^2}{3a} \quad (2)$$

La relación entre la longitud "L" del conductor y el claro "a" se expresa por:

$$\frac{L}{a} = 1 + \frac{8}{3} \left(\frac{f}{a} \right)^2 \quad (3)$$

Esta relación puede calcularse, como la relación Ta/T simplemente conociendo la flecha y el claro del conductor.

Las relaciones mencionadas bastan para establecer la ecuación de cambio de estado.

En la ecuación de cambio de estado de un conductor tendido entre dos puntos, designaremos α para el coeficiente de dilatación del metal del conductor. Bajo la influencia de un cambio de temperatura $(\theta' - \theta)$ un conductor que tiene una longitud L a la temperatura θ , resulta a la temperatura θ' de una longitud igual por definición a $L + L \alpha (\theta' - \theta)$.

Pero como el conductor está fijo en sus dos extremos, su alargamiento modificará simplemente la tensión T la cual formará el valor T' .

Designemos por E el módulo de elasticidad del metal del conductor bajo la influencia de una variación de tensión $T' - T$, la longitud del conductor sufrirá una variación igual a

$$L \frac{T' - T}{E}$$

Resulta entonces que la variación de longitud $L - L'$ del conductor bajo la influencia simultánea de la variación de temperatura $\theta' - \theta$ y de la tensión $T' - T$, tiene por expresión.

$$L' - L = L \alpha (\theta' - \theta) + L \frac{T' - T}{E} \quad (4)$$

Por otro lado, la variación de longitud $L' - L$ puede expresarse de otra forma - partiendo de la ecuación (2) y teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$T = \frac{wa^2}{8f}$$

$$L = a \left(1 + \frac{a^2 w^2}{24T^2} \right) \quad (2')$$

de donde,

$$L' - L = \frac{a^3}{24} \left(\frac{w'^2}{T'^2} - \frac{w^2}{T^2} \right) \quad (5)$$

siendo w' el paso específico ficticio para el 2o. estado.

Igualando los segundos miembros de las expresiones (4) y (5) se obtiene:

$$L \alpha (\theta' - \theta) + L \frac{T' - T}{E} = \frac{a^3}{24} \left(\frac{w'^2}{T'^2} - \frac{w^2}{T^2} \right) \quad (6)$$

Si se iguala ahora la longitud L con el claro "a" se puede dividir los dos miembros de (6) por L' o bien por "a" entonces se tiene:

$$\alpha (\theta' - \theta) + \frac{T' - T}{E} = \frac{a^2}{24} \left(\frac{w'^2}{T'^2} - \frac{w^2}{T^2} \right) \quad (7)$$

que es la ecuación general de cambio de estado.

Se le puede dar una forma más general, designando por "m" un coeficiente definido co

La relación del peso ficticio al peso real del conductor en el estado θ y T por el mismo coeficiente en el estado θ' y T' ; se obtiene entonces:

$$\alpha (\theta - \theta') = \frac{a^2 w^2}{24} \left(\frac{m^2}{T^2} - \frac{m'^2}{T'^2} \right) - \frac{T - T'}{E} \quad (8)$$

La ecuación se puede escribir también como:

$$T'^3 + T'^2 \left[E \frac{a^2 w^2 m^2}{24 T^2} + E \alpha (\theta' - \theta) - T \right] = E \frac{a^2 w^2 m'^2}{24}$$

o bien:

$$T'^2 \left[T' + \frac{a^2 w^2 m^2}{24 T^2} + E \alpha (\theta' - \theta) - T \right] = \frac{a^2 w^2 m'^2}{24}$$

que es la forma conocida y utilizada en los diferentes departamentos de - - -
C. F. F.

2.- PRINCIPIO DE CALCULO

Para hacer el proyecto de una línea de transmisión, es necesario tener los datos siguientes:

CALCULO DE FLECHAS Y TENSIONES EN LINEAS DE TRANSMISION.

A) tensiones finales de los conductores (calculadas a partir del módulo de elasticidad final de los cables) en función de los claros y en las condiciones siguientes:

1o.- Temperatura máxima sin viento: permite determinar la plantilla utilizada en la localización de torres sobre el perfil (curva 1).

2o.- Temperatura media obtenida sin viento; permite verificar que las tensio-

nes alcanzadas en este caso sean conformes a las tensiones admitidas para limitar las vibraciones (curva 2).

5.- Temperatura mínima sin viento: permite verificar el libramiento en caso de cruce abajo de una línea existente (curva 3).

6.- Temperatura mínima con viento máximo, sin hielo o temperatura mínima con hielo y viento reducido; permite tener la tensión máxima resultante en los cables cuyo valor es necesario para determinar el coeficiente de seguridad mínima en los conductores y también para calcular las estructuras (curva 4).

Los puntos de este diagrama de tensiones finales (ver ejemplo), son calculados a partir de la ecuación de cambio de estado:

$$\left[T' + \frac{W^2 E_f m^2 a^2}{24 T^2} + \alpha E_f (\theta' - \theta) - T \right] = \frac{W^2 E_f m'^2 a^2}{24}$$

$$T'^2 \left[T' + \frac{k m^2 a^2}{T^2} + k' (\theta' - \theta) - T \right] = k m'^2 a^2$$

con $K = \frac{W^2 E_f}{24}$ y $k' = \alpha E_f$

siendo W peso específico del cable (en Kg/m/mm²)

Ef = módulo de elasticidad final (en kg/mm²)

α = coeficiente de dilatación del cable/°C

T = tensión en kg/mm² (esfuerzo de)

θ = temperatura en 0° centígrados

m = coeficiente de sobrecarga

T' = tensión (Esfuerzo de)

θ' = temperatura

m' = coeficiente de sobrecarga

a = claro (en metros)

} en el estado inicial

} en el estado buscado

El coeficiente de sobrecarga es igual a;

$$m = \sqrt{\frac{p^2 + v^2}{p'^2}}$$

p = peso del cable sin o con hielo

p' = peso del cable (en kg/m) sin hielo

v = viento sobre el cable (en kg/m) sin hielo

En las hipótesis sin viento el coeficiente de sobrecarga es igual a 1.

NOTA: En nuestros cálculos de base (estado inicial) corresponde a una tensión constante en función de los claros a la temperatura máxima sin viento - pero el principio del cálculo permite de tomar cualquier hipótesis como base.

Ejemplo de cálculo de las tensiones finales (ver ejemplo).-

B) Tensiones iniciales de los conductores

El módulo de elasticidad de un cable nuevo (módulo de elasticidad inicial) - es diferente del módulo que tendrá este cable cuando haya sido tendido al es - fuerzo correspondiente a la tensión máxima. Entonces, para la construcción, de - bemos calcular las tensiones de los conductores con el módulo de elasticidad - inicial y eso, a partir de la tensión máxima en el conductor con módulo de - - elasticidad final (valores de los puntos de la curva (4)).

Las tensiones necesarias para el tendido de los conductores son las tensiones sin viento a varias temperaturas. (Ejemplo 20°, 25°, 30°, 35°, etc). Para cal - cular los varios puntos, la ecuación es la misma que en el primer caso, pero - el módulo de elasticidad que entra en la fórmula es el módulo de elasticidad - inicial.

$$T'^2 \left[T^0 + \frac{k_{im}^2 a^2}{2} + k_i' (\theta' - \theta) - T \right] = k_{im}'^2 a^2$$

$$Kl' = \frac{W^2 Ei}{24} \text{ y } Ki' = \alpha Ei$$

ejemplo de cálculo de las tensiones iniciales (ver ejemplo).

2) Flechas iniciales para el tendido de los conductores

Al tendido de los conductores en el campo, necesitamos para una temperatura fija, las flechas en función del claro, entre las estructuras adyacentes y la tensión en el tramo de arreglo (tramo entre dos torres de anclaje).

Hacemos una tabla de localización con los claros, los desniveles entre torres (realidad entre los puntos de fijación de los conductores) y las torres de anclaje.

1º- Debemos definir los tramos de arreglo.

2º- En cada tramo de arreglo debemos calcular el claro regla igual a:

$$A = \sqrt{\frac{a_1^3 + a_2^3 + \dots + a_n^3}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

siendo a_1, a_2, \dots, a_n los claros del tramo de arreglo.

3º- Por el claro regla A sacamos de las curvas de tensiones con módulo de elasticidad inicial, las tensiones a las diferentes temperaturas para el tramo considerado.

4º- A partir de estas tensiones, hacemos el cálculo de las flechas en la forma siguiente:

Si $\alpha \ll \frac{P}{2}$ asimilamos la catenaria del conductor a una parábola

(error máximo 0.9%); la flecha en este caso es:

$$\text{con } h \ll \frac{a}{10} \quad f = \frac{a^2}{8p}$$

...///...

$$h > \frac{a}{10} \quad f = \frac{a \sqrt{a^2 + h^2}}{8p}$$

Si $a > \frac{P}{2}$ utilizamos los dos primeros términos de la catenaria y la -

flecha es:

$$\text{con } h < \frac{a}{10} \quad f = \frac{a^2}{8p} + \frac{a^4}{384 p^3}$$

$$h > \frac{a}{10} \quad f = \frac{a \sqrt{a^2 + h^2}}{8p} + \frac{a^3 \sqrt{a^2 + h^2}}{384 p^3}$$

siendo

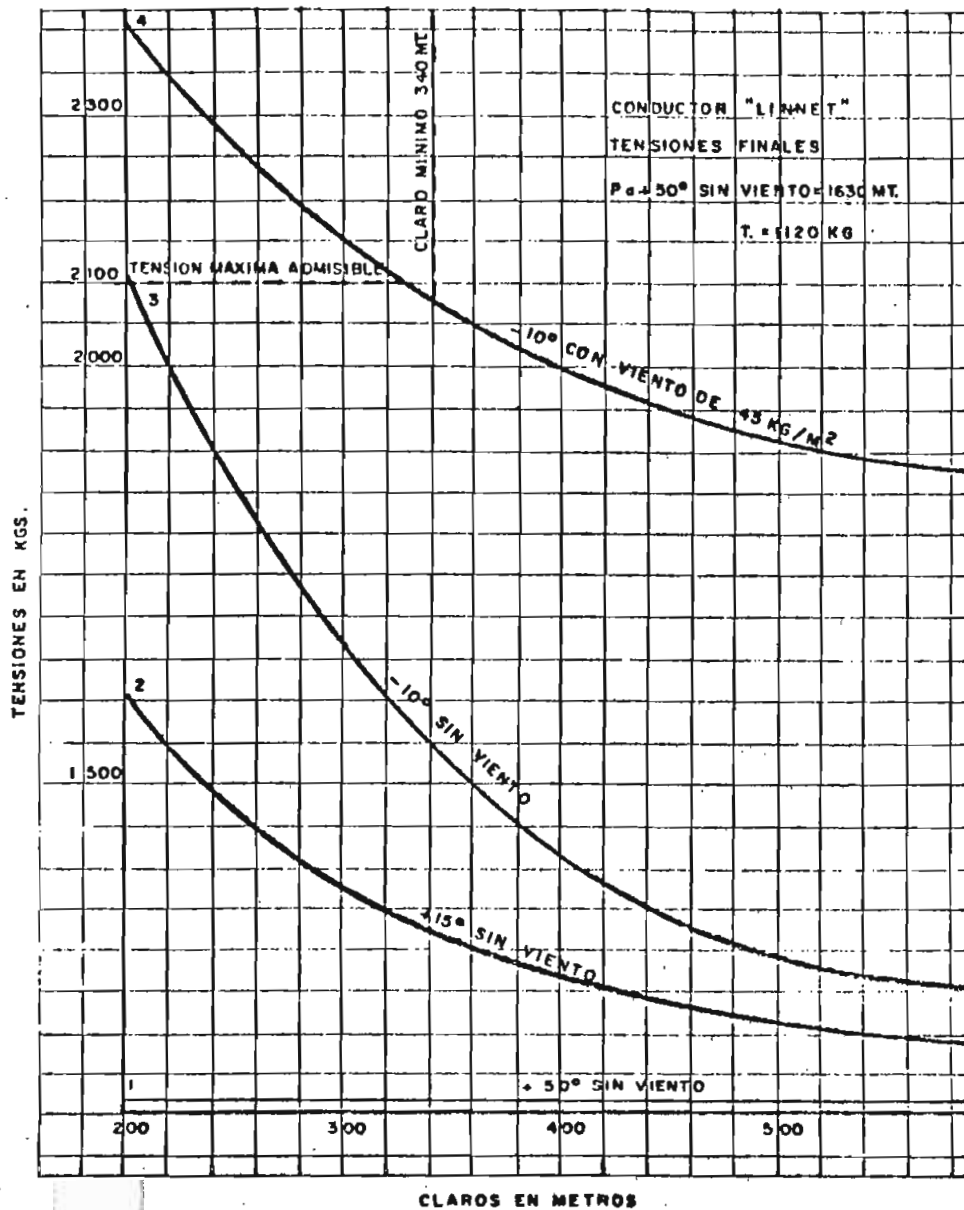
p = parámetro

t = tensión inicial a la temperatura considerada

w = peso específico

a = claro

h = desnivel



Ejemplos de cálculo

CALCULO DE LAS TENSIONES DE ARREGLO CON MODULO DE ELASTICIDAD FINAL

A. Características de los conductores

Tipo del cable	= "Linnet"
Sección	= 196.26 mm ²
Diámetro	= 18.5 mm
Peso kilométrico	= 687 Kg/Km
Peso específico	= 0.003465 Kg/m/mm ²
Módulo de elasticidad inicial	= 5,900 Kg/mm ²
Módulo de elasticidad final	= 7,700 Kg/mm ²
Coefficiente de dilatación	= 18.99 X 10 ⁻⁶
Carga de ruptura	= 6,373 Kg

B. Hipótesis de cálculo

1°. Hipótesis de base: Tensión final a + 50°C sin viento: T = 1,120 Kg, o sea t = 5.65 Kg/mm².

$$P = \frac{t}{w} = 1.630 \text{ m.}$$

2°. Tensiones sin viento a la temperatura media de 16°C (curva 2).

3°. Tensiones sin viento a la temperatura mínima de - 10°C (curva 3).

4°. Tensiones con viento de 45 Kg/m² a la temperatura mínima de - 10°C - - (curva 4).

C. Cálculo de las tensiones

$$t'^2 \left[t' + \frac{km^2 a^2}{t^2} + k' (\theta' - \theta) - t \right] = km'^2 a^2$$

$$k = \frac{W^2 E_f}{24} = \frac{3,465^2 \times 7,700}{24 \times 10^6} = 38.52 \times 10^{-4}$$

...///...

$$k' = \alpha E f = 16,99 \times 10^{-6} \times 7,200 = 0,145$$

$$t'^2 \left[t' + \frac{33,52 \times 10^{-4} \times m^2 \times a^2}{t^2} + 0,146 (\theta' - \theta) - t \right] =$$

$$= 38,52 \times 10^{-4} \times a^2$$

1º- Determinación de las tensiones a + 16°C, sin viento

$t = 5,65 \text{ Kg/mm}^2$	} estado inicial	$t' = ?$	} estado buscado
$\theta = + 50^\circ\text{C}$		$\theta' = + 16^\circ\text{C}$	
$m = 1$		$m' = 1$	

$$t'^2 \left[t' + \frac{38,52 \times 10^{-4} \times a^2}{5,65^2} + 0,146 (16 - 50) - 5,65 \right] =$$

$$= 38,52 \times 10^{-4} \times a^2$$

$$t'^2 \left[t' + 1,21 \times 10^{-4} \times a^2 - 10,61 \right] = 38,52 \times 10^{-4} \times a^2$$

$a = 200 \text{ m}$	$t'^2 (t' - 5,77) = 154,08$	$t' = 8,12 \text{ kg/mm}^2$	$T = 1,610 \text{ Kg}$
$a = 300 \text{ m}$	$t'^2 (t' + 0,28) = 346,68$	$t' = 6,94 \text{ Kg/mm}^2$	$T = 1,376 \text{ Kg}$
$a = 400 \text{ m}$	$t'^2 (t' + 8,75) = 616,32$	$t' = 6,38 \text{ Kg/mm}^2$	$T = 1,265 \text{ Kg}$
$a = 500 \text{ m}$	$t'^2 (t' + 19,64) = 963,00$	$t' = 6,11 \text{ Kg/mm}^2$	$T = 1,211 \text{ Kg}$
$a = 500 \text{ m}$	$t'^2 (t' + 32,95) = 1,386,72$	$t' = 5,97 \text{ Kg/mm}^2$	$T = 1,164 \text{ Kg}$

2o. Determinación de las tensiones a - 10°C sin viento

$t = 5,65 \text{ Kg/m}^2$	} estado inicial	$t' = ?$	} estado buscado
$\theta = 50^\circ\text{C}$		$\theta' = - 10^\circ\text{C}$	
$m = 1$		$m' = 1$	

$$t'^2 \left[t' + \frac{38,52 \times 10^{-4} \times a^2}{5,65^2} + 0,146 (- 10 - 50) - 5,65 \right] =$$

$$= 38,52 \times 10^{-4} \times a^2$$

$$t'^2 (t' + 1.21 \times 10^{-4} \times a^2 - 14.41) = 38.52 \times 10^{-4} \times a^2$$

a = 200 m	t' ² (t' - 9.57) =	154.08	t' = 10.87 Kg/mm ²	T = 2,155 Kg
a = 300 m	t' ² (t' - 3.52) =	346.68	t' = 8.42 Kg/mm ²	T = 1,669 Kg
a = 400 m	t' ² (t' + 4.95) =	616.32	t' = 7.14 Kg/mm ²	T = 1,415 Kg
a = 500 m	t' ² (t' + 15.84) =	963.00	t' = 6.56 Kg/mm ²	T = 1,300 Kg
a = 600 m	t' ² (t' + 29.15) =	1,386.72	t' = 6.26 Kg/mm ²	T = 1,241 Kg

3a. Determinación de las tensiones a - 10°C con viento de 45 Kg/m²

$$\left. \begin{array}{l} t = 5.65 \text{ Kg/m}^2 \\ \theta = 50^\circ\text{C} \\ m = 1 \end{array} \right\} \text{ estado inicial}$$

$$\left. \begin{array}{l} t' = ? \\ \theta' = -10^\circ\text{C} \\ m' = \sqrt{\frac{0.687^2 + (45 \times 0.0185)^2}{0.687^2}} \\ m'' = 1.57 \end{array} \right\} \text{ Estado buscado}$$

$$t'^2 \left[t' + \frac{38.52 \times 10^{-4} \times a^2}{5.65^2} + 0.146 (-10 - 50) - 5.65 \right] =$$

$$= 38.52 \times 10^{-4} \times 1.57^2 \times a^2$$

$$t'^2 (t' + 1.21 \times 10^{-4} \times a^2 - 14.41) = 95.14 \times 10^{-4} \times a^2$$

a = 200 m	t' ² (t' - 9.57) =	380.56	t' = 12.14 Kg/mm ²	T = 2,407 Kg
a = 300 m	t' ² (t' - 3.52) =	856.26	t' = 10.82 Kg/mm ²	T = 2,145 Kg
a = 400 m	t' ² (t' + 4.95) =	1,522.24	t' = 10.07 Kg/mm ²	T = 1,996 Kg
a = 500 m	t' ² (t' + 15.84) =	2,378.50	t' = 9.66 kg/mm ²	T = 1,915 Kg
a = 600 m	t' ² (t' + 29.15) =	3,425.04	t' = 9.42 Kg/mm ²	T = 1,868 Kg

Cálculo de las Tensiones de Arreglo con Módulo de Elasticidad Inicial

Tipo de conductor "Linnet". Parámetro de base a + 50°C sin viento

$$p = 1,630 \text{ m.}$$

Base de los cálculos: Tensiones a - 10°C con viento de 45 Kg/m² con módulo de elasticidad final.

$$t'^2 \left[t' + \frac{K_i M_i^2 a^2}{t^2} + K' (\theta' - \theta) - t \right] = K' m_2^2 a^2$$

$$K_i = \frac{WEI}{24} = \frac{3.465^2 \times 5,900}{24 \times 10^6} = 29.51 \times 10^{-4}$$

$$K_i' = \alpha E_i = 18.99 \times 10^{-6} \times 5,900 = 0.112$$

$$m_2^2 = 2.47$$

$$m_2^2 = 1$$

1°. Claro a 200 metros t a - 10°C con viento 12.14 Kg/mm²

$$t'^2 \left[t' + \frac{29.51 \times 2.47 \times 200^2}{10^4 \times 12.14^2} + 0.112 (\theta' + 10) - 12.14 \right] =$$

$$= 29.51 \times 10^{-4} \times 200^2$$

$$t'^2 \left[t' + 0.112 (\theta' + 10) - 10.16 \right] = 118.04$$

$$\theta' = 20^\circ \quad t'^2 (t' - 6.80) = 118.04 \quad t' = 8.45 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,675 \text{ Kg}$$

$$\theta' = 25^\circ \quad t'^2 (t' - 6.24) = 118.04 \quad t' = 8.06 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,598 \text{ Kg}$$

$$\theta' = 30^\circ \quad t'^2 (t' - 5.68) = 118.04 \quad t' = 7.68 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,523 \text{ Kg}$$

...///...

$$\begin{aligned} \theta^{\circ} = 35^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 5.12) &= 118.04 \quad t^{\circ} = 7.32 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1.451 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 40^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 4.53) &= 118.04 \quad t^{\circ} = 6.93 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1.354 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 50^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 3.44) &= 118.04 \quad t^{\circ} = 6.36 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1.261 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2o. Claro a 300 metros t a -10°C con viento 10.82 Kg/mm^2

$$t^{\circ 2} \left[t^{\circ} + \frac{29.51 \times 2.47 \times 300^2}{10^4 \times 12.14^2} + 0.112 (\theta^{\circ} + 10) - 10.82 \right] =$$

$$= 29.51 \times 10^{-4} \times 300^2$$

$$t^{\circ 2} [t^{\circ} + 0.112 (\theta^{\circ} + 10) - 5.22] = 265.59$$

$$\begin{aligned} \theta^{\circ} = 20^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 1.86) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 7.11 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,410 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 25^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 1.30) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 6.89 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,366 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 30^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 0.74) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 6.68 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,324 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 35^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} - 0.18) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 6.49 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,287 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 40^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 0.38) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 6.30 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,249 \text{ Kg} \\ \theta^{\circ} = 50^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 1.50) &= 265.59 \quad t^{\circ} = 5.96 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,182 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2o. Claro a 400 metros t a -10°C con viento 10.07 Kg/mm^2

$$t^{\circ 2} \left[t^{\circ} + \frac{29.51 \times 2.47 \times 400^2}{10^4 \times 10.07^2} + 0.112 (\theta^{\circ} + 10) - 10.07 \right] =$$

$$= 29.51 \times 10^{-4} \times 400^2 \therefore t^{\circ 2} (t^{\circ} + 0.112 (\theta^{\circ} + 10) + 1.43) = 472.16$$

$$\begin{aligned} \theta = 20^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 4.79) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 6.47 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,283 \text{ Kg} \\ \theta = 25^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 5.35) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 6.35 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,259 \text{ Kg} \\ \theta = 30^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 5.91) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 6.24 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,237 \text{ Kg} \\ \theta = 35^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 6.47) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 6.12 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,213 \text{ Kg} \\ \theta = 40^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 7.03) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 6.02 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,193 \text{ Kg} \\ \theta = 45^{\circ} \quad t^{\circ 2} (t^{\circ} + 8.15) &= 472.16 \quad t^{\circ} = 5.815 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 1,153 \text{ Kg} \end{aligned}$$

3°. Claro a 500 metros t a - 10°C con viento 9.66 Kg/mm²

$$t^{\prime 2} \left[t^{\prime} + \frac{29.51 \times 2.47 \times 500^2}{10^4 \times 9.66^2} + 0.112 (\theta^{\prime} + 10) - 9.66 \right] =$$

$$= 29.51 \times 10^{-4} \times 500^2$$

$$t^{\prime 2} \left[t^{\prime} + 0.112 (\theta^{\prime} + 10) + 9.87 \right] = 737.75$$

$\theta = 20^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 13.23) = 737.75$	$t^{\prime} = 6.175$ Kg/mm ²	$T = 1,224$ Kg
$\theta = 25^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 13.79) = 737.75$	$t^{\prime} = 6.09$ Kg/mm ²	$T = 1,207$ Kg
$\theta = 30^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 14.35) = 737.75$	$t^{\prime} = 6.02$ Kg/mm ²	$T = 1,194$ Kg
$\theta = 35^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 14.91) = 737.75$	$t^{\prime} = 5.95$ Kg/mm ²	$T = 1,180$ Kg
$\theta = 40^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 15.47) = 737.75$	$t^{\prime} = 5.88$ Kg/mm ²	$T = 1,166$ Kg
$\theta = 50^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 16.59) = 737.75$	$t^{\prime} = 5.75$ Kg/mm ²	$T = 1,140$ Kg

4°. Claro a 600 Metros t a - 10°C con viento 9.42 Kg/mm²

$$t^{\prime 2} \left[t^{\prime} + \frac{29.51 \times 2.47 \times 600^2}{10^4 \times 9.42^2} + 0.112 (\theta^{\prime} + 10) - 9.42 \right] =$$

$$= 29.51 \times 10^{-4} \times 600^2$$

$$t^{\prime 2} \left[t^{\prime} + 0.112 (\theta^{\prime} + 10) + 20.15 \right] = 1,062.36$$

$\theta = 20^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 23.51) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 6.00$ Kg/mm ²	$T = 1,190$ Kg
$\theta = 25^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 24.07) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 5.95$ Kg/mm ²	$T = 1,180$ Kg
$\theta = 30^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 24.63) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 5.90$ Kg/mm ²	$T = 1,170$ Kg
$\theta = 35^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 25.19) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 5.85$ Kg/mm ²	$T = 1,160$ Kg
$\theta = 40^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 25.75) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 5.80$ Kg/mm ²	$T = 1,150$ Kg
$\theta = 50^{\circ}$	$t^{\prime 2} (t^{\prime} + 26.87) = 1,062.36$	$t^{\prime} = 5.71$ Kg/mm ²	$T = 1,132$ Kg

C O S T O S

ANALISIS DE COSTOS DE LAS LINEAS DE DISTRIBUCION EN FUNCION DE LAS SIGUIENTES COMPONENTES:

- 1.- COSTO DE LAS ESTRUCTURAS.- Se realizó un desgloce minucioso de todos los materiales que forman las estructuras normalizadas en líneas de Distribución y se utilizaron los costos de material actualizados.
- 2.- COSTO DE CONDUCTORES.- Se analizaron los calibres normalizados para este tipo de líneas.
- 3.- COSTO DE LOS ACCESORIOS.- Los necesarios para sujetar y proteger los conductores en las estructuras de acuerdo a los calibres normalizados.
- 4.- COSTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.- En este estudio están consideradas las condiciones más exigentes de cualquier contratista, en función de un rendimiento normal en el levantamiento topográfico, así como también los costos de proyecto y estacado, de una línea de Distribución.
- 5.- COSTOS DE MANO DE OBRA.- Partiendo de los costos por mano de obra que actualmente se rigen en la República Mexicana.

A continuación se mostrará la secuencia que se siguió para el desarrollo de Costos.

COST

DESCRIPCION	CLAVE	UNIDAD	COSTO C/II	POSTE DE CONC				
				P		HS		
				U:	PESOS	U:	PESOS	
1	Poste de Concreto	165J9RC3F2	Pza.	2015.	1	2015.	2	4026.
2	Concreto CAT	2CA11CM000	Pza.	248.	1	248.		
3	Almadraca "10"	2A1A1D9233	Pza.	25.50	2	51.		
4	Placa IPC	2A6138CC2A	Pza.	2.	2	4.	2	8.
5	Alfiler 1A	2AA12F3130	Pza.	25.50	2	51.		
6	Alfiler 2A	2A212L5220	Pza.	20.				
7	Alfiler 1P	2A255M1130	Pza.	24.	1	24.		
8	Alfiler 2P	2A255M1230	Pza.	25.				
9	Almadraca 10S	2A1A1E1046	Pza.	34.	2	68.		
10	Alfiler 13A	5255271212	Pza.	12.	3	36.		
11	Alfiler 23A	526T3D3412	Pza.	67.				
12	Cavala C.S	2C9A11CE0V0	Pza.	385.			1	385.
13	Almadraca "10H"	2A1A1R8133	Pza.	16.			2	32.
14	Tiranite H1	2T4A159000	Pza.	42.			2	82.
15	Almadraca 10G	201A15432K	Pza.	23.			2	46.
16	Tornillo Magnina 16x65	67BA116718	Pza.	8.			2	16.
17	Tornillo Magnina 19x76	67BA117819	Pza.	10.			7	70.
18	Perno ojo LDC	2P2B39M130	Pza.	15.			3	45.
19	Alfiler 650	522A111130	Pza.	82.			6	492.
20	Tiranite CUI	2T4H22L900	Pza.	370.			2	740.
21	Sopaca CUI	253C33B412	Pza.	43.			4	172.
22	Almadraca 20H	2A1A1R0233	Pza.	19.			2	38.
23	Almadraca 20H	2A1A1R1133	Pza.	23.			2	46.
24	Concreto A.A.B.	2CA11B1010	Pza.	204.				
25	Tornillo Magnina 19x305	67BA117099	Pza.	16.				
26	Placa HAI	2F41110500	Pza.	26.				
27	Grillado	2G3A321301	Pza.	18.				
28	Yarguilla con Suredacabo	2H3A0121A1	Pza.	26.				
29	Remate PD 3/2	517H50627P	Pza.	25.				
30	Cable de acero alto tenacidad 3/8"	A311010221	M/S	6.				
31	Perno Ancla 2P2	2P2C476100	Pza.	113.				
32	Ancla Rectangular C2	2A4E137100	Pza.	70.				
33	Placa 2P2	2A6138EC2C	Pza.	3.				
34	Grapa Macadam	202112.0100	Pza.	6.				
35	Grudacabo	233A115010	Pza.	3.				
36	Concreto A.S.G	2C9A1A0060	Pza.	614.				
37	Placa HAI	2F41110500	Pza.	61.				
38	Tornillo Magnina 16x256	67BA116478	Pza.	17.				
39	Tiranite H2	2T4A145000	Pza.	16.				
40	Tornillo Magnina 19x256	67BA117079	Pza.	20.				
41	Poste de Madera	JG2P6C2780	Pza.	1122.				
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
Cable Total								
						2005.	6192.	

COSTO DE ACCESORIOS PARA CONDUCTORES

DESCRIPCION	UNIDAD	ACSR 1/0 AWG				ACSR 3/0 AWG				ACSR 266.8 MCM						
		COSTO C/U	EST. SUSPEN.		EST. REMATE		COSTO C/U	EST. SUSPEN.		EST. REMATE		COSTO C/U	EST. SUSPEN.		EST. REMATE	
			No	COSTO	No	COSTO		No	COSTO	No	COSTO		No	COSTO	No	COSTO
ESTRUCTURA P																
1: GUARDALINEAS LARGO	Pza.	55.-	3	165.-		56.-	3	168.-		82.-	3	246.-				
2: AMARRES	Pza.	18.-	6	108.-		18.-	6	108.-		18.-	6	108.-				
TOTAL				273.-				276.-				354.-				
ESTRUCTURA HS																
1: CLEMA DE SUSPENSION-ALIO	Pza.	97.-	3	291.-		97.-	3	291.-		97.-	3	291.-				
2: GUARDALINEAS LARGO	Pza.	55.-	3	165.-		56.-	3	168.-		82.-	3	246.-				
TOTAL				456.-				459.-				537.-				
ESTRUCTURA HA																
1: REMATE PREFORMADO	Pza.	36.-			6	216.-	43.-		6	258.-	63.-		6	378.-		
2: CONECTOR EMPALME A COMP. MO	Pza.	42.-			3	126.-	42.-		3	126.-	45.-		3	135.-		
TOTAL						342.-				384.-				513.-		
ESTRUCTURA HAE																
1: REMATE PREFORMADO	Pza.	36.-			6	216.-	43.-		6	258.-	63.-		6	378.-		
2: CONECTOR PUENTE	Pza.	42.-			3	126.-	42.-		3	126.-	45.-		3	135.-		
TOTAL						342.-				384.-				513.-		

COSTO DE CONDUCTORES

DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES		PESO POR KM/KG	CLAVE	U N I D A D	COSTO C/U	CANTIDAD NECESARIA DE CABLE PARA UN KM. DE LINEA (3 FASES)
1	ACSR 1/0 AWG RAVEN	216	EVOD000D6I	KG.	34	22,000
2	ACSR 3/0 AWG PIGEON	343	EVOD000B6I	KG.	34	34,986
3	ACSR 266.8 MCM. PARTRIDGE	545	EVOD00ALG7	KG.	34	55,590

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

1.- Percepción del Trabajador.

a).- Salario Base.		1.0
b).- Domingos y días festivos . $52+8=60/365=0.16$		0.16
c).- Aguinaldos. $15/365 = 0.041$		0.041
d).- Vacaciones. $1.25 \times 15 / 365 = 0.0514$		0.0514
e).- Compensación por despido al final del trabajo - $30/365 = 0.0822$.		<u>0.0822</u>
		1.3346

2.- Impuestos que afectan el salario.

a).- I. M. S. S.	0.197	
b).- Educación 1 %	<u>0.010</u>	
	0.207	
		<u>0.207 \times 1.3346 = 0.2763</u>
		0.2763
	<u>Factor de Jornal Diario</u>	<u>1.6109</u>

3.- Mano de Cura de una brigada.

a).	<u>CATEGORIA</u>	<u>SALARIO</u>	<u>FACTOR J.D.</u>	<u>SALARIO REAL</u>
1	Topógrafo	250.00	1.6109	418.80
1	Estadaleiro	172.80	1.6109	278.35
1	Balicero	172.80	1.6109	278.35
1	Aparatero	172.80	1.6109	278.35
2	Peones	159.00	1.6109	<u>256.15</u>
				\$ 1,510.00

b).- Transportación Brigada.

Alquiler vehículo	200.00	
Gasolina y Mantenimto.	50.00	\$ 250.00

c).- Gastos Generales por día de campo.

Depreciación y reparación de Equipo	32.00	
Campamento personal de campo	40.00	
Viáticos Topógrafo	187.00	\$ 259.00
		<u>\$ 2,019.00</u>

d).- Indirectos en porcentajes.

Administración General	3.0%
Administración de campo	2.5%
Dirección y Supervisión	3.0%
Seguros y Fianzas	1.5%
Imprevistos	<u>2.0%</u>
	12.0%

COSTO TOTAL POR DIA DE CAMPO

$$2,019.00 \times 1.12 = \underline{\underline{\$ 2,261.30}}$$

ANALISIS DE TERCIOS UNITARIOS

Rendimientos.

DETERMINACION DEL COSTO POR KM. EN DIFERENTES TERRENOS

		Factor de <u>Ajuste</u>
1.- Terreno plano con brecha escasa.	Rendimiento por día brigada=5 Km. x0.4 =	2.0
2.- Terreno plano con brecha regular.	Rendimiento por día brigada=4 Km. x0.4 =	1.6
3.- Terreno plano con brecha pesada.	Rendimiento por día brigada=3 Km. x0.4 =	1.2
4.- Terreno semiabrupto con brecha escasa.	Rendimiento por día brigada=4 Km. x0.4 =	1.6
5.- Terreno semiabrupto con brecha regular.	Rendimiento por día brigada=3 Km. x0.4 =	1.2
6.- Terreno semiabrupto con brecha pesada.	Rendimiento por día brigada=2 Km. x0.4 =	0.8
7.- Terreno abrupto con brecha escasa.	Rendimiento por día brigada=2 Km. x0.8 =	1.6
8.- Terreno abrupto con brecha regular.	Rendimiento por día brigada=1 Km. x0.8 =	0.8
9.- Terreno abrupto con brecha pesada.	Rendimiento por día brigada=0.7 Km. x0.8 =	0.56

COSTOS

Costo total por día de campo = Costo Total por KM.
Factor de rendimiento x día brigada

1.-	$\frac{2,261.30}{2.0}$	=	1,130.65
2.-	$\frac{2,261.30}{1.6}$	=	1,413.30
3.-	$\frac{2,261.30}{1.2}$	=	1,884.40
4.-	$\frac{2,261.30}{1.6}$	=	1,413.30
5.-	$\frac{2,261.30}{1.2}$	=	1,884.40
6.-	$\frac{2,261.30}{0.8}$	=	2,826.60
7.-	$\frac{2,261.30}{1.6}$	=	1,413.30
8.-	$\frac{2,261.30}{0.8}$	=	2,826.60
9.-	$\frac{2,261.30}{0.56}$	=	4,038.00



FABRICACION Y COLOCACION DE MOJONERAS

1.5 Mojoneras / Km. a 30.00 c/u = 45.00 / Km.
 0.5 Sondeos / Km. a 150.00 c/u = 75.00 / Km.

IMPUESTOS EN PORCIENTO

I.S.R. (Régimen de Personas Físicas)	5.0%
INSPECCION SEPANAL	0.5%
APORTACION CAMPOS EJIDALES	0.2%
	<u>5.7%</u>

5.7% MONTO TOTAL CONTRATO = + 6% / Costo + Utilidad

DETERMINACION DEL PRECIO UNITARIO POR KM. EN DIFERENTES TIPOLOGIAS

1.- TERRENO PLANO CON BRECHA ESCASA

Costo	\$ 1,140.65
Mojoneras	45.00
Sondeos	<u>75.00</u>
	\$ 1,260.65
Utilidad 13%	<u>162.60</u>
	\$ 1,413.25
Impuesto 6%	<u>84.80</u>
	\$ 1,498.05
	=====

2.- TERRENO PLANO CON BRECHA REGULAR

Costo	\$ 1,413.30
Mojoneras	45.00
Sondeos	<u>75.00</u>
	\$ 1,533.30
Utilidad 13%	<u>199.30</u>
	\$ 1,732.60
Impuesto 6%	<u>104.00</u>
	\$ 1,836.60
	=====

3.- TERRENO PLANO CON BRECHA PESADA

Costo	\$ 1,664.40
Mojoneras	45.00
Sondeos	<u>75.00</u>
	\$ 2,004.40
Utilidad 13%	<u>260.60</u>
	\$ 2,265.00
Impuesto 6%	<u>135.00</u>
	\$ 2,400.00

4.- TERRENO SEMIABRUPTO CON BRECHA ESCASA

Costo	\$ 1,413.30
Mojoneras	45.00
Sondeos	<u>75.00</u>
	\$ 1,533.30
Utilidad 13%	<u>199.30</u>
	\$ 1,732.60
Impuesto 6%	<u>104.00</u>
	\$ 1,836.60
	=====

5.- TERRENO SEMIABRUPTO CON BRECHA REGULAR

Costo	\$ 1,864.40
Mojoneras	45.00
Sondeos	75.00
	<u>\$ 2,004.40</u>
Utilidad 13%	260.60
	<u>\$ 2,265.00</u>
Impuesto 6%	135.00
	<u>\$ 2,400.00</u>
	=====

6.- TERRENO SEMIABRUPTO CON BRECHA PESADA

Costo	\$ 2,826.60
Mojoneras	45.00
Sondeos	75.00
	<u>\$ 2,946.60</u>
Utilidad 13%	383.05
	<u>\$ 3,329.65</u>
Impuesto 6%	199.80
	<u>\$ 3,529.45</u>
	=====

7.- TERRENO ABRUPTO CON BRECHA ESCASA

Costo	\$ 1,413.30
Mojoneras	45.00
Sondeos	75.00
	<u>\$ 1,533.30</u>
Utilidad 13%	199.30
	<u>\$ 1,732.60</u>
Impuesto 6%	104.00
	<u>\$ 1,836.60</u>
	=====

8.- TERRENO ABRUPTO CON BRECHA REGULAR

Costo	\$ 2,626.60
Mojoneras	45.00
Sondeos	75.00
	<u>\$ 2,946.60</u>
Utilidad 13%	383.05
	<u>\$ 3,329.65</u>
Impuesto 6%	199.80
	<u>\$ 3,529.45</u>
	=====

9.- TERRENO ABRUPTO CON BRECHA PESADA

Costo	\$ 4,032.00
Mojoneras	45.00
Sondos	<u>75.00</u>
	\$ 4,152.00
Utilidad 13%	<u>540.55</u>
	\$ 4,692.55
Impuesto 6%	<u>281.90</u>
	<u>\$ 4,974.45</u>

RESUMEN DE COSTOS

RESUMEN DE COSTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - PROYECTO Y ESTACADO POR KM.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERRENO PLANO				TERRENO SEMIABRUPTO				TERRENO ABRUPTO			
	LEVANTA	PROYEC.	ESTACAD.	TOTAL	LEVANTA	PROYEC.	ESTACADO	TOTAL	LEVANTA	PROYEC.	ESTACADO	TOTAL
CONCRETO	1911	600	1300	3811	2588	700	1700	4988	3448	800	2100	6348
MADERA	1911	600	1300	3811	2588	700	1700	4988	3488	800	2100	6348

NOTA.- EN LOS COSTOS DEL LEVANTAMIENTO ESTAN INCLUIDOS MOJONERAS Y SONDEOS

**COSTO DE MANO DE OBRA POR KILOMETRO
DE LINEAS DE DISTRIBUCION**

- | | | |
|----|---|--------------------------|
| 1- | EN TERRENO PLANO CON ESTRUCTURA DE MADERA
O CONCRETO EN 13 Y 33 KV. | \$ 13,000. ⁰⁰ |
| 2- | EN TERRENO SEMIABRUPTO CON ESTRUCTURA DE
DE MADERA O CONCRETO EN 13 Y 33 KV. | \$ 18,000. ⁰⁰ |
| 3- | EN TERRENO ABRUPTO CON ESTRUCTURA DE MA-
DERA O CONCRETO EN 13 Y 33 KV. | \$ 23,000. ⁰⁰ |

RESUMEN DE COSTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO 13 KV.

TIPO DE ESTR.	COSTO UNITARIO POR ESTR.	COSTO TOTAL POR ESTRUCTURA						COSTO POR 100 KM. DE LINEA (MILES DE PESOS)											
		1/0		3/0		266.8		TERRENO PLANO			TERRENO SEMIABRUPTO			TERRENO ABRUPTO					
		ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8
P	2495	273	2768	276	2771	354	2849	669	1852	1855	1906	530	1467	1469	1510	436	1207	1208	1242
HS	6194	456	6650	459	6653	537	6731					15	100	100	101	25	166	166	168
HA	9534	342	9876	384	9918	513	10047	45	444	446	452	40	395	397	402	50	494	496	502
HAE	11660	342	12002	384	12044	513	12173					3	36	36	37	15	180	181	183
TOTAL									2296	2301	2358		1908	2002	2050		2047	2051	2095
CLARO PROMEDIO CONSIDERADO EN MTS.									140				170				190		

RESUMEN DE COSTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO 33 KV.

TIPO DE ESTR.	COSTO UNITARIO POR ESTR.	COSTO TOTAL POR ESTRUCTURA						COSTO POR 100 KM. DE LINEA (MILES DE PESOS)											
		1/0		3/0		266.8		TERRENO PLANO				TERRENO SEMIABRUPTO				TERRENO ABRUPTO			
		ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8
P	2590	273	2963	276	2966	354	3044	669	1982	1984	2036	530	1570	1572	1613	436	1292	1293	1327
HS	6686	456	7142	459	7145	537	7223					15	107	107	108	25	179	179	181
HA	10518	342	10860	384	10902	513	11031	45	489	491	496	40	434	436	441	50	543	545	552
IAE	12644	342	12986	384	13028	513	13157					3	39	39	39	15	195	195	197
TOTAL									2471	2475	2532		2150	2154	2201		2209	2212	2257
CLARO PROMEDIO CONSIDERADO EN MTS.									140				170				190		

RESUMEN DE COSTO DE ESTRUCTURAS DE MADERA 13 KV.

TIPO DE ESTRUCT.	COSTO UNITARIO POR ESTR.	COSTO TOTAL POR ESTRUCTURA						COSTO POR 100 KM. DE LINEA (MILES DE PESOS)												
		1/0		3/0		266.8		TERRENO PLANO				TERRENO SEMIABRUPTO				TERRENO ABRUPTO				
		ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8	NºEST.	1/0	3/0	266.8	
P	1582	273	1855	276	1858	354	1936	669	1241	1243	1295	530	983	985	1026	436	809	810	844	
HS	4194	456	4650	459	4653	537	4731					15	70	70	71	25	116	116	118	
HA	7498	342	7840	384	7882	513	8011	45	353	355	360	40	313	315	320	50	392	394	401	
IAE	9546	342	9888	384	9930	513	10059					3	30	30	30	15	148	149	151	
TOTAL									1594	1598	1655		1396	1400	1447		1465	1469	1514	
CLARO PROMEDIO CONSIDERADO EN MTS.									140				170				190			

RESUMEN DE COSTO DE ESTRUCTURAS DE MADERA 33 KV.

TIPO DE ESTR.	COSTO UNITARIO POR ESTR.	COSTO TOTAL POR ESTRUCTURA						COSTO POR 100 KM. DE LINEA (MILES DE PESOS)											
		1/0		3/0		266.8		TERRENO PLANO				TERRENO SEMIABRUPTO				TERRENO ABRUPTO			
		ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	ACC.	EST.ACC.	N°EST.	1/0	3/0	266.8	N°EST.	1/0	3/0	266.8	N°EST.	1/0	3/0	266.8
P	1777	273	2050	276	2053	354	2131	669	1371	1373	1426	530	1086	1088	1129	436	894	895	929
PS	4686	456	5142	459	5145	537	5223					15	77	77	78	25	129	129	131
HA	8482	342	8824	384	8866	513	8995	45	397	399	405	40	353	355	360	50	441	443	450
HAE	10530	342	10872	384	10914	513	11043					3	33	33	33	15	163	164	166
TOTAL									1768	1772	1831		1549	1553	1600		1627	1631	1676
CLARO PROMEDIO CONSIDERADO EN MTS.									140				170				190		

TIPO DE ESTRUCTURA. - *Concreto en 13 KV.*
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - *ACSR 1/0 AWG. RAVEN.*
 TIPO DE TERRENO. - *PLANO.*

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA

Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2.296.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ 1.400.000.-
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2.200.000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4.496.000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 899.200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381.100.-
7	HANO DE OBRA	\$ 1.300.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7.076.300.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 849.156.-
10	GRAN TOTAL	\$ 7.925.456.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 79.255.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 1/0 AWG. Raven
 TIPO DE TERRENO. - Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'998.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200.000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'198.000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 839.600.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498.800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7'336.400.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 880.368.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'216.768.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 82.168.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 13 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 1/0 AWG Raven.

TIPO DE TERRENO. - Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'047.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) <i>NO</i>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200.000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'247.000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 849.400.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634.800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'031.200.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 963.744.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'994.944.-
POR KILOMETRO DE LINEA =		\$ 89.950.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	849.400
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	634.800
7	MANO DE OBRA	2'300.000
8	SUB-TOTAL	8'031.200
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	963.744
10	GRAN TOTAL	8'994.944
COSTO ESTIMADO POR KILOMETRO DE LINEA =		89.950

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 13 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG Pigeon.

TIPO DE TERRENO.- Plano.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'301.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498.600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'799.600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'159.920.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381.100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'640.620.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'036.870.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'677.490.-

	POR KILOMETRO DE LINEA =	\$ 96.775.-
1	ESTRUCTURAS	23.010.000
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	—
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	34.986.000
4	TOTAL MATERIAL	57.996.000
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	11.599.200
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	381.100
7	MANO DE OBRA	13.000.000
8	SUB-TOTAL	86.406.200
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	10.368.700
10	GRAN TOTAL	96.774.900

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG Pigeon
 TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'002.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498.600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'500.600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'100.120.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498.800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'899.520.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'067.940.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'967.460.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 99.675.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 3/0 AWG Pigeon.
 TIPO DE TERRENO. - Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA:		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'051,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'549,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'109,920.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 9'594,320.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'151,320.-
10	GRAN TOTAL	\$ 10'745,640.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 107,456.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM Partridge
 TIPO DE TERRENO.- Plano.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'358,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'917,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'583,400.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'181,500.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'341,180.-
10	GRAN TOTAL	\$ 12'522,680.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 125,227.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 266.8 MCM Partridge
 TIPO DE TERRENO. - Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'050,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'609,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'521,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'429,600.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'371,550.-
10	GRAN TOTAL	\$ 12'801,150.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 128,012.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM Partridge
 TIPO DE TERRENO.- Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'095,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'654,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'530,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 12'119,600.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'454,350.-
10	GRAN TOTAL	\$ 13'573,950.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 135,740.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. RAUEN.

TIPO DE TERRENO.- PLANO.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'471,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ -
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES ()	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'671,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 934,200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7'286,300.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 874,356.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'160,656.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 81,607.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 1/0 AWG. Raven.

TIPO DE TERRENO. - Semiabrupto

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'150.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200.000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'350.000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 870.000.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498.800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7'518.800.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 902.260.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'421.060.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 84.211.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. Raven.
 TIPO DE TERRENO.- Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'209,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'409,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 881,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'225,600.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 987,070.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'212,670.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 92,127.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 33 KII.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 3/0 AWG. Pigeon.

TIPO DE TERRENO. - PLANO.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'475,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'973,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'194,720.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'849,420.-
9	SUB-DIVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'061,930.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'911,350.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 99,114.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG. Pigeon.

TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'154,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'652,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'130,520.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OERA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 9'081,920.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'089,830.-
10	GRAN TOTAL	\$ 10'171,750.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 101,718.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 3/0 AWG. Pigeon

TIPO DE TERRENO. - Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'212,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1 NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'710,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'142,120.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 9'787,520.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'174,500.-
10	COSTO TOTAL	\$ 10'962,020.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 109,620.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Concreto en 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 266.8 MCM. Partridge.
 TIPO DE TERRENO. - Plano.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'532,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 8'091,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'618,200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'390,300.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'366,840.-
10	GRAN TOTAL	\$ 12'757,140.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 127,571.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM Partridge.
 TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'201,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'760,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20.0%	\$ 1'552,000.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'610,800.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'393,300.-
10	GRAN TOTAL	\$ 13'004,100.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 130,041.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Concreto en 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM. Partridge.
 TIPO DE TERRENO.- Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 2'257,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'816,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'563,200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 12'314,000.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'477,680.-
10	GRAN TOTAL	\$ 13'791,680.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 137,917.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. PAUEN
 TIPO DE TERRENO.- PLANO.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'594,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'794,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 758,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 6'233,900.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 748,070.-
10	GRAN TOTAL	\$ 6'981,970.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 69.820.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 13 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. Raven

TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'396,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'596,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 719,200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 6'614,000.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 793,680.-
10	GRAN TOTAL	\$ 7'407,680.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 74,077.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Madera en 13 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 1/0 AWG. Raven.

TIPO DE TERRENO. - Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'465,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'665,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 733,000.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7'332,800.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 879,940.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'212,740.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 82,127.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG. Pigeon.
 TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'400,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'898,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 979,720.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'177,120.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 981,250.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'158,370.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 91,584.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- MADERA en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG. Pigeon
 TIPO DE TERRENO.- PLANO

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'598,000.
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'096,600.
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'019,320.
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.
8	SUB-TOTAL	\$ 7'797,020.
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	935,642.
10	GRAN TOTAL	\$ 8'732,662.

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 87,327.

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- *Madera en 13 KV.*
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- *ACSR 3/0 AWG, Pigeon.*
 TIPO DE TERRENO.- *Abrupto.*

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'469,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <i>NO</i>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 4'967,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 993,520.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'895,920.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'067,510.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'963,430.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 99,634.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Madera en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 266.8 MCM Partridge.
 TIPO DE TERRENO. - Plano

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'655,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ -
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'214,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'442,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 10'337,900.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'240,550.-
10	GRAN TOTAL	\$ 11'578,450.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 115,785.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - *Madera en 13 KV.*

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - *ACSR 266.8 MCM. Dartridge*

TIPO DE TERRENO. - *Semiabrupto.*

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA

Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'447,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <i>NO</i>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'006,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'401,200.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 10'706,000.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'284,720.-
10	GRAN TOTAL	\$ 11'990,720.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 119,907.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Madera en 13 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 266.8 MCM. Partridge
 TIPO DE TERRENO. - Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'514,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'073,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'414,600.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'422,400.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'370,690.-
10	GRAN TOTAL	\$ 12'793,090.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 127,931.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. Raven.

TIPO DE TERRENO.- Plano.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA

Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'768,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'968,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 793,600.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 6'442,700.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 773,120.-
10	GRAN TOTAL	\$ 7'215,820.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 72,158.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. RAVAL.

TIPO DE TERRENO.- Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'549,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'749,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 749,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 6'797,600.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 815,710.-
10	GRAN TOTAL	\$ 7'613,310.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 76,133.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 1/0 AWG. RAUEN.

TIPO DE TERRENO.- Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'627,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 2'200,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 3'827,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 765,400.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 7'527,200.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 903,260.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'430,460.-

POR KILOMETRO DE LINEA

\$ 84,304.60

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- *Madera en 33 KV.*

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- *NCSR 3/0 AWG. Pigeon*

TIPO DE TERRENO.- *PLANO.*

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'772.000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498.600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'270.600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'054.120.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381.100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300.000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'005.820.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 960.700.-
10	GRAN TOTAL	\$ 8'966.520.-

POR KILOMETRO DE LINEA =

\$ 89.665.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Madera en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 3/0 AWG. Pigeon

TIPO DE TERRENO. - Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'553,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'051,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'010,320.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANDO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 8'360,720.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'003,290.-
10	GRAN TOTAL	\$ 9'364,010.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 93,640.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 3/0 AWG. Pigeon.

TIPO DE TERRENO.- Abrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'631,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 3'498,600.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 5'129,600.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20 %	\$ 1'025,920.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 9'090,320.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'090,840.-
10	GRAN TOTAL	\$ 10'181,160.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 101,812.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- Madera ca. 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM. Partridge.
 TIPO DE TERRENO.- Plano.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'831,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$ ---
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'390,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'478,000.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 381,100.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 10'549,100.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12%	\$ 1'265,890.-
10	GRAN TOTAL	\$ 11'814,990.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 118,150.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA. - Madera en 33 KV.
 CALIBRE DEL CONDUCTOR. - ACSR 266.8 MCM. Partridge.
 TIPO DE TERRENO. - Semiabrupto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'600,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES (1) NO	\$ ---
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'159,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20.0%	\$ 1'431,800.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 498,800.-
7	MANO DE OBRA	\$ 1'800,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 10'889,600.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'306,750.-
10	GRAN TOTAL	\$ 12'196,350.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 121,963.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA.- torre en 33 KV.

CALIBRE DEL CONDUCTOR.- ACSR 266.8 MCM. Partridge.

TIPO DE TERRENO.- Abierto.

ANALISIS DE 100 KM. DE LINEA		
Nº	CONCEPTO	COSTO
1	ESTRUCTURAS	\$ 1'676,000.-
2	CABLE DE GUARDA 5/16" - Nº DE CABLES () <u>NO</u>	\$: —
3	CABLE CONDUCTOR - Nº DE CABLES (3)	\$ 5'559,000.-
4	TOTAL MATERIAL	\$ 7'235,000.-
5	GASTOS DE ALMACEN Y TRANSPORTE 20%	\$ 1'447,000.-
6	LEVANTAMIENTO, PROYECTO Y ESTACADO	\$ 634,800.-
7	MANDO DE OBRA	\$ 2'300,000.-
8	SUB-TOTAL	\$ 11'616,800.-
9	SUPERVISION E INDIRECTOS 12 %	\$ 1'394,020.-
10	GRAN TOTAL	\$ 13'010,820.-

POR KILOMETRO DE LINEA = \$ 130,108.-

COSTO ESTIMADO POR KM. DE LINEA

TIPO DE ESTRUCTURA	TIPO DE TERREÑO	CALIBRE DEL CONDUCTOR ACSR 13 KV.			CALIBRE DEL CONDUCTOR ACSR 33 KV.		
		1/0	3/0	266.8	1/0	3/0	266.8
POSTERIA CONCRETO	PLANO	79,000	97,000	125,000	82,000	99,000	126,000
	SEMIABRUPTO	82,000	100,000	128,000	84,000	102,000	130,000
	ABRUPTO	90,000	107,000	136,000	92,000	110,000	133,000
POSTERIA MADERA	PLANO	70,000	87,000	116,000	72,000	90,000	118,000
	SEMIABRUPTO	74,000	92,000	120,000	76,000	94,000	122,000
	ABRUPTO	82,000	100,000	128,000	84,000	102,000	130,000

NOTAS: 1.- PARA LINEAS EN ZONAS DE CONTAMINACION INCREMENTAR LOS COSTOS 5%

2.- PARA FINES DE PRESUPUESTO LOS COSTO UNITARIOS MOSTRADOS SE DEBERAN INCREMENTAR EN 17% POR GASTOS INDIRECTOS DE OFICINAS NACIONALES O EN UN 20% SI ES POR COOPERACION.

una tolerancia en terreno plano de:

$$\text{TOLERANCIA} = \frac{1.582.}{600.} = 2.64 \text{ Km.}$$

Esto representa que en una longitud de 2 640 Mts. se ahorre una estructura y así amortizar el costo del proyecto. En los demás tipos de terreno la Tolerancia se reduce.- Pero nos aumenta la posibilidad de disminuir el número de estructuras. Ahora bien, si analizamos estructuras más costosas, esta tolerancia se incrementa .

Una de las principales ventajas de la realización de un proyecto adecuado, es la continuidad del servicio que podemos ofrecer a nuestros consumidores, ya que una buena selección de las estructuras a utilizarse nos permite eliminar al máximo las fallas mecánicas de la línea.

Así mismo si se considera el tiempo en caso de falla de una línea de distribución que interconecta dos poblaciones en cuanto al tiempo que se deja de vender energía y también el costo de la ó de las cuadrillas que para la Cia. Suministradora representa la reposición del servicio, pues en casos de terreno abrupto (Sierra) muchas de las ocasiones las fallas se encuentran en lugares inexesibles tardando a veces hasta días para restablecer el servicio.

Además para abatir los costos a la mitad del levantamiento topográfico no considerados en el análisis anterior, contamos en nuestro haber con un aparato llamado Micro Ranger de la Keuffeland Esser Co. que esta compuesto — por un cabezal óptico, prismas y computadora; éste nos permite realizar lecturas al milímetro entre dos puntos en forma instantánea con un alcance máximo de una milla con un error máximo de una pulgada. Todo este equipo es portátil y permite duplicar el rendimiento de la cuadrilla de topografía.

Todas estas ventajas se pueden tener al realizar un proyecto adecuado en las Líneas de Distribución.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'C' followed by the name 'Ollivier.' The signature is written in a cursive style.

ING. FRANCISCO OLLIVIER ROMERO.
Superintendente de Proyectos.-